

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-308697
(43)Date of publication of application : 17.11.1998

(51)Int.Cl.

H04B 7/26
H04J 3/00
H04J 3/06
H04L 7/00

(21)Application number : 09-117313

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 07.05.1997

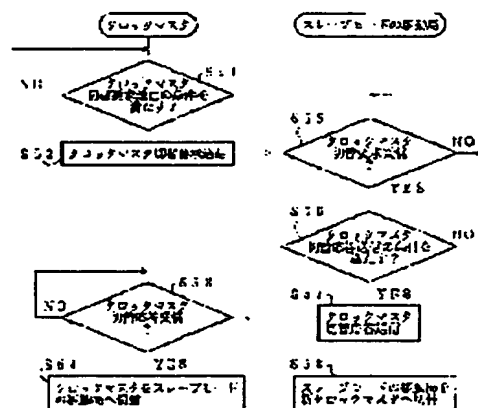
(72)Inventor : AOKI MASATOSHI
NAKAO ATSUSHI
TANABE CHUZO
TSUBAKI KAZUHIRO

(54) TIME DIVISION DIGITAL MOVING RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To distribute load on all moving stations executing communication by switching moving stations (clock masters) emitting a synchronous radio wave at prescribed timing at the time of executing communication between moving stations.

SOLUTION: A clock master gives a switching request to moving stations in a slave mode (S52) when a station in use satisfies the condition that a clock master switching request can be transmitted because of deterioration of capability as a clock master (S51). Then, in response to the switching request, a moving station in the slave mode, which satisfies the condition of a clock master switching response transmission and has the maximum capability as a clock master, makes response to the switching request (S56 and S57). Thus, the present clock master becomes a moving station in the slave mode (S54) and the moving station in the slave mode becomes a new clock master (S58).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3516832

[Date of registration] 30.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(3)

が次のクロックマスタとなることを特徴とする請求項1ないし3の何れかに記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項18】前記次のクロックマスタの指定は、スレーブモードの全移動局の中で、クロックマスタとしての能力が最も移動局に対して行われることを特徴とする請求項17に記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項19】前記次のクロックマスタの指定は、スレーブモードの全移動局の中で、他の移動局との通信状態が最も良好の移動局に対して行われることを特徴とする請求項17に記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項20】前記次のクロックマスタの指定は、スレーブモードの全移動局の中で、クロックマスタの切り替えによる環境変化が最小の移動局に対して行われることを特徴とする請求項17に記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項21】前記次のクロックマスタの指定は、スレーブモードの全移動局に通し番号が付与されることにより、その番号に従って順番に行われることを特徴とする請求項17に記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項22】前記クロックマスタの切り替えにおいて、スレーブモードの移動局が現クロックマスタに対して切替要求を行い、要求を行ったスレーブモードの移動局が切替要求を承諾し、クロックマスタとなることを特徴とする請求項1ないし3の何れかに記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項23】前記現クロックマスタに対する切替要求は、スレーブモードの全移動局の中で、現クロックマスタよりも優れた能力を有する移動局が検出された時点で該移動局によって行われることを特徴とする請求項22に記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項24】前記現クロックマスタに対する切替要求は、スレーブモードの全移動局の中で、他の移動局との通信状態が現クロックマスタよりも優れた移動局が検出された時点で該移動局によって行われることを特徴とする請求項22に記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項25】前記現クロックマスタに対する切替要求は、スレーブモードの全移動局に通し番号が付与されることにより、その番号に従って順番に行われることを特徴とする請求項22に記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【請求項26】前記クロックマスタは、スレーブモードの移動局から送られるデータを中継して他のスレーブモードの移動局に転送する機能を有しており、前記現クロックマスタに対する切替要求は、ある2つのスレーブモードの移動局同士で通信を行おうとする場合

に、現クロックマスタを介して得られる上記2つの移動局間の送受信状態よりも、2つの移動局間で直接通信したときに得られる送受信状態の方が良好であるときに、上記2つの移動局のいずれか一方によって行われることを特徴とする請求項22に記載の时分割ディジタル移動無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の無線移動局から構成され、时分割無線通信方式を用いて無線移動局同士でディジタル移動通信を行う时分割ディジタル移動無線通信システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、回線を介して交換機に接続される基地局と、複数の無線移動局とからなるディジタル移動通信システムにおいて、TDMA (Time Division Multiple Access)/TDD (Time Division Duplex)方式の时分割無線通信方式を採用したものが知られている。

【0003】TDMA/TDD方式は、本発明の説明図である図9に示すように、例えば4個のタイムスロットT1～T4と、同数のタイムスロットR1～R4とにより、1フレームを構成し、スロットT1とR1、T2とR2、T3とR3、T4とR4とをそれぞれペアで使用して4多重化による通信を実現する方式である。このような方式では、送信スロット (T) と受信スロット (R) とで送信と受信とを時間的に分離して行うので、送信周波数と受信周波数とを同一の周波数とすることができ、周波数を有効利用することが可能となる。

【0004】特開平8-251653号公報には、上記TDMA/TDD方式を用いたディジタル移動無線通信システムにおいて、移動局同士で直接通信することが可能な構成が開示されている。この構成では、移動局はマスタモードとスレーブモードの2つのモードを有しており、移動局がマスタモードの場合は自らのタイミングで通信スロットを決定する一方、スレーブモードの場合はマスタモードの移動局が送信する信号に同期することに より、基地局を介さない移動局間通信を実現することができ、このとき、既に通信中の基地局-移動局の通信スロットを継続して、移動局-移動局通信に使用するこ とで、スロット使用可否の判断に要する時間だけ通信ができなくなることが防止している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報におけるディジタル移動無線通信システムでは、基地局が存在しない環境下では、マスタモードとなった移動局はある一つの通信が終了するまではスレーブモードに切り替わることができない。つまり、一旦マスタモードとなった移動局は、その通信が終わるまでフレームタイムングを規定するための同期用電波を送出し続けなければならない。従って、同期用電波の発射による電池の消

(4)

耗等、マスタモードとなつて移動局にのみ負荷が集中するという問題を有している。

【0006】本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたもので、その目的は、所定のタイミングでクロックマスタの切り替えを行う手段を備えることにより、通信を行う全移動局にかかる負荷を分散させることができ、効率よくディジタル移動無線通信システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の时分割ディジタル移動無線通信システムは、複数の移動局を備えた时分割ディジタル移動無線通信システムにおいて、上記各移動局は、时分割通信に必要な同期値を行うために自走クロックでフレームタイムングを規定して動作するマスタモードと、マスタモードの移動局から送られる同期信号パターンにフレーム同期して動作するスレーブモードとの2つの動作モードを有し、上記複数の移動局の内の1つをマスタモードで動作させるクロックマスタとし、残りの移動局をスレーブモードで動作させることによつて、上記複数の移動局間で無線通信を行う場合に、通信中上記クロックマスタをスレーブモード以外のスレーブに替えると同時に、上記クロックマスタ以外のスレーブモードの全移動局の内の1つをマスタモードに切り替え、次のクロックマスタとすることを特徴としている。

【0008】上記の構成によれば、各移動局はマスタモードとスレーブモードの2つの動作モードを有している。移動局の内の1つをクロックマスタとすれば、基地局を介さない移動局間での無線通信を行うことができる。

【0009】このとき、通信中にクロックマスタの切り替えを実現することができ、マスタモードとなつた移動局にのみ負荷が集中することがなくなる。これにより、全移動局にかかる負荷を分散させることが可能となる。また、リアルタイムに変化する通信状態、及び移動局の状態に応じて、最も良好な通信環境を提供することができ、

【0010】請求項2に記載の时分割ディジタル移動無線通信システムは、請求項1に記載の構成に加えて、最初にマスタモードで動作されるクロックマスタは、全移動局の中で、電源投入によって最初に稼働状態となつた移動局であることを特徴としている。これによれば、次の移動局として稼働する際には、すでにクロックマスタが存在することになるので、円滑に通信を行うことができ、効率よく通信を行うことが可能となる。

【0011】請求項3に記載の时分割ディジタル移動無線通信システムは、請求項1に記載の構成に加えて、最初にマスタモードで動作するクロックマスタは、全移動局の中で、最初にデータ送信の必要が生じた移動局であることを特徴としている。これによれば、電源投入に

て稼働状態としてもデータ送信を行わない移動局がクロックマスタとなることがなく、該移動局にクロックマスタとなることによる過大な負荷を与えることがない。

【0012】このとき、前記クロックマスタの切り替え方としては、3つの考え方があり、即ち、第1の考え方は、請求項4に記載の通り、現クロックマスタが自局のスレーブモードに切り替わる前にスレーブモードの全移動局に対して切替要求を行い、要求を受けたスレーブモードの全移動局の中で現クロックマスタに対して最初に応答したスレーブモードの移動局が次のクロックマスタとなるものである。

【0013】また、前記現クロックマスタからの切替要求は、(請求項5)現クロックマスタが送信データを保持しなくなった時点、(請求項6)現クロックマスタが同期用電波を発射してから一定時間経過した時点、(請求項7)現クロックマスタがスレーブモードの移動局からのデータを一定時間中継した時点、(請求項8)現クロックマスタがスレーブモードの移動局からのデータを一定量中継した時点、(請求項9)現クロックマスタがデータ中継を一定時間行っていないことを検出した時点、(請求項10)現クロックマスタがクロックマスタとしての能力が低下したと判断された時点、(請求項11)現クロックマスタが干渉を検出した時点、あるいは(請求項12)現スレーブモードの移動局が現クロックマスタの干渉を検出した時点で行われることが望ましい。

【0014】ここで、請求項10において、能力が低下したクロックマスタとは、以下に示す7つの状態が挙げられる。

【0015】(1)クロックマスタとしての能力をクロックマスタに搭載されているCPUのパフォーマンスの高さで表したときに、クロックマスタとして稼働するために必要なCPUパフォーマンスよりも低いCPUパフォーマンスを有するクロックマスタ。

(2)クロックマスタとしての能力をクロックマスタに搭載されているメモリの空き容量で表したときに、クロックマスタとして稼働するために必要な空きメモリ容量よりも少ない空きメモリ容量を有するクロックマスタ。

(3)クロックマスタとしての能力をクロックマスタに搭載されている内蔵電池の残容量で表したときに、クロックマスタとして稼働するために必要な残電池容量よりも少ない残電池容量を有するクロックマスタ。

(4)クロックマスタとしての能力をスレーブモードの移動局からの受信電界強度で表したときに、クロックマスタとして稼働するために必要な受信電界強度よりもスレーブモードの全移動局それぞれからの受信電界強度の内の少なくとも1つが小さくなるクロックマスタ。

(5)クロックマスタとしての能力をスレーブモードの移動局からの受信データのエラー発生率で表したときに、クロックマスタとして稼働可能なエラー発生率より

(7)

11

〔実施の形態1〕本発明の実施形態1について図1ないし図20、図24、及び図25に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0034】本時分割ディジタル移動無線通信システムは、図2に示すように、例えば4台のディジタル移動無線通信端末である移動局1〜4により構成されている。

尚、同図においては、簡略化のため、ディジタル移動無線通信システムが4台の移動局1〜4によって構成されたものとしているが、移動局の数は複数であれば何台でもよい。

【0035】各移動局1〜4は、それぞれマスタモードとスレーブモードの2つの動作モードを有している。移動局がマスタモードの場合は自らのタイミングでフレームタイミングを決定し、同局用電波（同局信号）を放射する一方、スレーブモードの場合はマスタモードの移動局が送信する上記同局用電波にフレーム同期する。尚、以下、マスタモードの移動局のことをクロックマスタと称することとする。

【0036】移動局1〜4は、それぞれ図1に示す構成となっている。即ち、各移動局1〜4は、アンテナ1、RF(Radio Frequency)部12、モデム部13、TDM/TDD処理部14、音声処理部15、スピーカ16、マイク17、制御部18、及び操作部19をそれぞれ備えている。

【0037】TDM/TDD処理部14は、TDM/TDD方式で無線アクセスを行うためのものであり、送受信用のタイムスロットの設定を行う。図9に示すように、1フレームは8スロットからなり、前半の4スロットをスロット1とし、後半の4スロットをスロットRとする。ここでは、移動局が、クロックマスタの場合にはスロットTを用いてデータを送信し、スロットRを用いて受信する一方、スレーブモードの移動局の場合はスロットRを用いてデータを送信し、スロットTを用いて受信するものとする。

【0038】図1に示すように、制御部18は、発呼時や着信時には、操作部19におけるキーボード19aからのキー入力を受け、送受信の相手側に送る種々のコマンド信号を形成する。このとき、操作部19におけるディスプレイ19bには、上記コマンド等が表示される。

【0039】上記制御部18は、通信状態になると、設定された送受信用のタイムスロットに同期して、RF部12、モデム部13、TDM/TDD処理部14、及び音声処理部15を制御する。これにより、音声処理部15の音声コーデック15aで処理されたマイク17からの音声信号は、TDM/TDD処理部14に伝送される。音声信号は、TDM/TDD処理部14に伝送され、モデム部13における変調器13bで変調され、RF部12及びアンテナ11を介して、送信スロットの期間において他の移動局（以下、他局と称する）に送信される。一方、他局から受信スロットの期間において送信

12

されてきた信号は、アンテナ11及びRF部12を通じて受信され、モデム部13における復調器13aにて復調され、TDM/TDD処理部14及び音声コーデック15aを介することにより、音声信号として再生され、スピーカ16に供給される。

【0040】ここで、上記制御部18は、本発明の特許であるクロックマスタの切り替え処理を行うために、受信レベル検出部21、エラー検出部22、伝播遅延時間測定部23、同期信号検出部24、内蔵タイマ25、電池容量監視部26、CPU監視部27、ROM(Read Only Memory)28、CPU(Central Processing Unit)29、及びRAM(Random Access Memory)30を備えている。

【0041】受信レベル検出部21は、他局から送信された受信データの電界強度を検出するためのものである。エラー検出部22は、他局から送信された受信データのエラーを検出するためのものである。伝播遅延時間測定部23は、他局がデータを送信した時間と、自局がデータを受信した時間との差、即ち伝播遅延時間を測定するためのものである。同期信号検出部24は、クロックマスタが発射する同局用電波を検出するためのものである。内蔵タイマ25は、世界標準時間の0:00としてカウントアップされるように製造されている。電池容量監視部26は、移動局に搭載されている内蔵電池の容量を監視するためのものである。CPU監視部27は、CPU29のパフォーマンスの高さを監視するためのものである。

【0042】ROM28には、図3に示す制御用の値である同局用電波放射時間A1、データ中継可能時間A3、データ未送信確認時間A4、CPUバフォーマンス監視時間A5、受信エラー判定時間A7、測定データ放射時間A9、クロックマスタ切替時間A10、中継可能データ量A11、及び再送要求回数判定時間A12と、図4に示すCPUパフォーマンス限界値C1、空きメモリ容量限界値C2、電池残容量限界値C3、電界強度限界値C4、受信エラー率限界値C5、伝播遅延限界値C6、及び再送要求回数限界値C7のためのエリアが設けられている。これらの制御用の値については、製造時に設定されており、ユーザが変更できない値になっている。

【0043】上記同局用電波放射時間A1は、同局用電波を放射する期間に設定する。また、データ中継可能時間A3、データ未送信確認時間A4、クロックマスタ切替時間A5、及び中継可能データ量A11は、各適切な時間/間隔/量に設定する。CPUパフォーマンス監視時間A9、受信エラー率判定時間A7、及び再送要求回数判定時間A12は、後述のCPUパフォーマンス値、受信エラー率、及び再送要求回数値を決定するのに必要な期間に設定する。測定データ放射時間A9は、他局との送受信状態を測定するための後述の検査用データ発

13

射要求の制御データD17（図8（g）参照）を放射する期間に設定する。

【0044】上記CPUパフォーマンス限界値C1、空きメモリ容量限界値C2、電池残容量限界値C3、及び電界強度限界値C4は、それぞれクロックマスタとして稼働するために必要なCPUパフォーマンス、空きメモリ容量、電池残容量、及び電界強度の限界値に設定する。また、受信エラー率限界値C5、伝播遅延限界値C6、及び再送要求回数限界値C7は、クロックマスタとして稼働可能な受信エラー率、伝播遅延時間、及び再送要求回数の限界値に設定する。

【0045】RAM30には、図5に示すCPUパフォーマンス表B1、空きメモリ容量表B2、電池残容量表B3、移動局番号の最大値と同数の複数の電界強度表B4、複数の受信エラー率表B5、複数の伝播遅延時間表B6、及び複数の再送要求回数表B7と、図6に示すP-S-ID(Personal Station-Identification)と移動局番号との対応表とを格納しておくためのエリアがある。これらの表内の数値は、CPU29により自由に読み書きできる。

【0046】上記P-S-IDは、移動局固有の電波産業会発行の第二世代コードレス電話システム標準規格(RCR STD-28)で定義され、出荷時にROM28に書き込まれている。そして、クロックマスタには“1”、N番（本実施形態では3番）のスレーブモードの移動局には移動局毎に“2”〜“N+1”の移動局番号がP-S-IDに対応して割り当てられている。

【0047】ここで、移動局番号の最大値を“254”としており、ネットワーク内に存在する最大254個の移動局に対応することができ、従って、このときの移動局に存在することができ、従って、このときの上記B4〜B7の各表の数値は254個存在することになる。

【0048】CPU29は、制御部18内の各部を制御することにより、クロックマスタの切り替え指示を行うためのものである。

【0049】図7・図8に、制御部18における通信データD1、制御データD2〜D6、及び制御データD1〜D21のフォーマットを示す。図7（a）に示すように、これらの通信/制御データは各々20バイトであり、その内の1バイトに送信したい相手先の移動局番号を設定する送信先51を、他の1バイトに自局の移動局番号を設定する送信元52を、さらに他の1バイトにどのような制御を行うかを設定する情報/制御部53を、残りの17バイトに送信データを設定する送信データ部54を割り当てている。

【0050】このとき、情報/制御部53に“0”が設定されている場合には、制御が行わずに通常の通信を行うことを示す。また、“1”が設定されている場合には、移動局番号要求/応答の制御を行うことを示す。

“2”が設定されている場合には、クロックマスタID

14

通知の制御を行うことを示す。“3”が設定されている場合には、クロックマスタ切替要求/応答の制御を行うことを示す。“6”が設定されている場合には、CPUパフォーマンス、空きメモリ容量、電池残容量、電界強度、受信エラー率、伝播遅延時間、あるいは再送要求回数の各パラメータの通知の制御を行うことを示す。

“7”が設定されている場合には、検査用データ放射要求/応答、干渉検出通知、あるいは再送要求の制御を行うことを示す。尚、これらの情報/制御部53に設定される番号は一例であり、これに限られることはない。

【0051】尚、上記通信データD1、制御データD2〜D6、及び制御データD11〜D21の各送信データ部54の詳細な構成と、通信データD1、制御データD2〜D6、及び制御データD11〜D21による各制御部53については後述する。

【0052】（1）クロックマスタの決定
複数の移動局（ここでは、移動局1〜4）内で、クロックマスタとなる移動局を決定する動作について説明する。

【0053】最初は移動局1〜4はいずれも同局用電波を放射しておらず、このままでは通信が行えない状態にある。従って、クロックマスタとして同局用電波を放射する移動局を決定する必要がある。

【0054】ここで、同局用電波とは、クロックマスタが、制御部18内のCPU29にてTDM/TDD処理部14、モデム部13、RF部12、及びアンテナ11を制御することにより、図9に示す時分割されたスロットT1〜T4のいずれかを使用する同局用電波放射時間A1に設定されている時間毎に放射するクロックマスタID通知の制御データD4（図7（e）参照）のことである。

【0055】上記制御データD4の送信データ部は、P-S-IDを設定する28ビットのエリアD4aを有している。また、制御データD4の送信先にはブロードキャストを示す“255”を設定し、送信元にはクロックマスタを示す移動局番号“1”を設定する。

【0056】（1-1）電源投入によるクロックマスタの決定
図10のフローチャートに基づいて、全ての移動局1〜4（図2参照）がOFFの状態から、最初に電源が投入された移動局がクロックマスタになる場合について説明する。ここでは、移動局1が最初に電源が投入されるものとする。

【0057】移動局1の電源を投入すると（S1）、移動局1は、制御部18内の同期信号検出部24により、他の移動局2〜4から同局用電波が放射されていないかどうかを確認する（S2）。

【0058】S2で同局用電波が検出されない場合には、自らはクロックマスタと決定して、CPU29にてTDM/TDD処理部14、モデム部13、RF部1

(9)

15

2. 及びアンテナ11を制御し、時分割されたスロットT1を使用して、同期用電波の発射を行う(S3)。
[0059] 一方、S2で同期用電波が検出された場合には、クロックマスタが既に存在すると判断して、自らをスレーブモードと決定して、同期信号検出部24で検出した、クロックマスタが発射する同期用電波に同期するタイミングで電波の発射を行うようにCPU29の動作を決定する(S4)。

[0060] (1-2) 送信データ保持によるクロックマスタの決定
前記(1-1)の最初に電源が入った移動局がクロックマスタになる例以外に、送信するためのデータを保持することにより、通信を最初に開始する必要が生じた移動局がクロックマスタになる場合について、図11のフローチャートに基づいて説明する。ここでは、移動局1が最初にデータを保持しているものとする。

[0061] まず、移動局1が通信を開始する必要があるか否か、即ち移動局1における制御部18内のCPU29がRAM30に送信データが存在するか否かを判断する(S11)。S11で送信データが保持されている場合には、移動局1は、制御部18内の同期信号検出部24により、他の移動局2から同期用電波が発射されているかどうかを確認する(S12)。

[0062] S12で同期用電波が検出されない場合には、自らは自らをクロックマスタと決定して、CPU29にてTDMA/TDD処理部14、モデム部13、RF部11を使用して、同期用電波の発射を行う(S13)。
[0063] 一方、S11で送信データが保持されている場合には、クロックマスタとなる必要はないので自らをスレーブモードとして決定し、また、S12で同期用電波が検出された場合には、クロックマスタが既に存在すると判断して自らをスレーブモードと決定する。そして、同期信号検出部24で検出した、クロックマスタが発射する電波に同期するタイミングで電波の発射を行うようにCPU29の動作を決定する(S14)。

[0064] このように、上記2つのいずれかの方法によってクロックマスタの決定を行うことによつて、図2において、例えば移動局1～4の内の移動局1がクロックマスタの移動局CMとなり、他の3台の移動局2～4はそれぞれスレーブモードの移動局SL₁～SL₃となる。そして、移動局CMの発射する電波を同期用電波として、移動局同士で基地局を介さない移動局間無線通信が可能となる。

[0065] (2) 移動局間の無線通信

次に、移動局CM、SL₁～SL₃を用いて、基地局を介さずに移動局同士で通信を行う動作について説明する。このとき、図9に示すように、移動局CMの同期用電波の発射、及び移動局CMのデータ送信にはスロットT1を、移動局CMのデータ受信にはスロットR1を

16

用し、また、移動局SLのデータ送信にはスロットR1を使用し、移動局SLのデータ受信にはスロットT1を使用するものとする。尚、移動局SLは、移動局SL₁～SL₃のうちの任意の移動局を示すこととする。

[0066] まず、図12に基づいて、移動局番号の決定について説明する。移動局番号を決定するときは、図7(c)(d)に示す制御部24のD2・D3を使用する。制御部24のD2の送信データ部は、移動局番号要求の制御を示す番号"0"を、送信するエリアD2aと、自局のPS-IDを決定する28ビットのエリアD2bと、自局のPS-IDを決定する28ビットのエリアD2cとを有している。また、制御部24のD3の送信データ部は、移動局番号要求の制御を示す番号"1"を決定するエリアD3aと、移動局番号を決定する28ビットのエリアD3bと、自局のPS-IDを決定する28ビットのエリアD3cとを有している。

[0067] クロックマスタとなった移動局CMは、PS-IDに対応してクロックマスタを管理する移動局番号"1"を、移動局CMのRAM30に登録する(図21)。その後、移動局CMは、前述したように、同期用電波発射間隔A1に設定された時間毎に同期用電波を発射する(S22)。

[0068] 移動局SLは、上記同期用電波を受信する(S25)、同期用電波に含まれる移動局CMのPS-IDを取得し(S26)、RAM30内の図6に示す対応表において、PS-IDに対応させて移動局番号とクロックマスタを表す"1"を登録する(S27)。

[0069] そして、移動局SLは、自局の移動局番号を取得するために、移動局番号要求の制御データD2の送信先にクロックマスタを表す"1"を設定して、制御部24のD2を移動局CMに送信する(S28)。このとき、移動局SLは、まだ移動局番号を取得していないため、制御部24のD2の送信元には"0"を設定しておく。

[0070] 移動局CMは制御部24のD2を受信すると(S23)、RAM30内の対応表を参照して、"2"の移動局番号のうち空いている最小の番号をエリアD3bに設定して、移動局番号要求の制御データD3を送信する(S24)。このとき、制御部24のD3の送信元にはスレーブモードの全移動局SL₁～SL₃にデータを受信させるためにブロードキャストを意味する"255"を設定し、送信元にはクロックマスタを表す"1"を設定しておく。

[0071] スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃は、上記制御部24のD3の送信元が"255"であるため、この制御部24のD3を受信した後(S29)、各々のRAM30内の対応表のPS-IDと対応付けて移動局番号を格納する(S30)。
[0072] この結果、移動局CMには"1"、移動局SL₁～SL₃には移動局毎に"2"～"4"の移動局

(10)

17

番号がPS-IDに対応して割り当てられ、全ての移動局CM・SL₁～SL₃の移動局番号が設定されることとなる。

[0073] 次に、通常のアプリケーション間で使用するデータの送受信について説明する。

[0074] 通常のデータの送受信の場合には、図7(b)に示す制御部24のD1を使用する。通信データD1の送信先には送信したい移動局に対応する"1"～"4"の移動局番号を、送信元には自らに割り当てられた移動局番号を、送信データ部には実際の通信に使用するデータを設定する。

[0075] 図13に基づいて、最初に移動局CMの動作について説明する。移動局CMは、スロットR1を使用して移動局SLが通信データD1を送信していないかどうかの受信チェックを行う(S31)。S31の受信チェックの結果、移動局SLからの通信データD1を受信していれば、該通信データD1の送信先の設定内容に基づいて、そのデータが移動局CM(自局)宛てのデータか、他の移動局SL宛てのデータかを判断する(S32)。

[0076] S32で自局宛てのデータの場合は、移動局CMにてデータの処理を行う(S33)。図15のSL₂→CMに、移動局SL₂から移動局CMへデータが送信される例を示す。また、S32で他の移動局SL宛てのデータの場合は、スロットT1を使用して、受信したデータをそのまま送信する(S34)。図15のSL₂→(CM)→SL₃に移動局SL₂から移動局CMを介して移動局SL₃へデータが転送される例を、SL₂→(CM)→SL₃に移動局SL₂から移動局CMを介して移動局SL₁へデータが転送される例を示す。

[0077] その後、移動局CM自身が送信データを持っているかをチェックする(S35)。S35で送信データがない場合は、同期用電波を発射する(S36)。一方、S35で送信データを持っている場合は、スロットT1を使用してデータを送信する(S37)。例えば、送信先に"2"、送信元"1"を設定すれば、移動局CMから移動局SL₁へデータが送信される(図15のCM→SL₁参照)。尚、S31の受信チェックの結果、移動局SLからのデータを受信していない場合は、S32～S34の処理を繰り返して、S35の処理を行う。

[0078] 次に、図14に基づいて、移動局SLの動作について説明する。移動局SLは、移動局CMがスロットT1を使用して通信データD1を送信していないかどうかをチェックする(S41)。S41で移動局CMからの通信データD1を受信していれば、該通信データD1の送信先の設定内容に基づいて、そのデータが自局宛てのデータか否かを判断する(S42)。S42で自局宛てのデータの場合は、移動局SLにてデータの処理を行う(S43)。

18

[0079] 上記S43の処理を終了後、S42で自局宛てのデータでない場合、あるいはS41で通信データD1を受信していない場合には、移動局CMまたは他の移動局SLに対して送信するデータを保持していないか否かのチェックを行う(S44)。S44で送信データを保

有していない場合は、S41の受信チェックの処理に戻る。一方、S44で送信データを保

有している場合は、S45でデータを送信してからS41の処理に戻る。例えば、移動局SL₂が移動局SL₁にデータを送信する場合は、通信データD1の送信先に"4"、送信元に"3"を設定して、スロットR1を使用してデータを送信する。

[0080] (3) 通信中のクロックマスタの切り替え
通信中の移動局CMの切り替えについて説明する。本実施形態では、移動局CMからの切替要求に対して最初に応答した移動局SLが次のクロックマスタとなること、つまり移動局CMが次のクロックマスタを募集し、それに対して最初に応答した移動局SLが新クロックマスタとなることを特徴としている。

[0081] クロックマスタの切り替えを行うときには、図7(f)(g)に示す制御部24のD5・D6を使用する。制御部24のD5の送信データ部は、クロックマスタ切替要求の制御を示す番号"0"を設定するエリアD5aを有している。また、制御部24のD6の送信データ部は、クロックマスタ切替要求の制御を示す番号"1"を設定するエリアD6aを有している。

[0082] 図17に示すように、移動局CMがクロックマスタとしての動作を他の移動局SLに切り替えたい場合、即ち移動局CMがクロックマスタ切替要求を送信する条件を満たした場合は、スロットT1を使用して、クロックマスタ切替要求の制御データD5の送信先に"255"を設定して、該制御部24のD5を送信する(S52、図16の1段目参照)。

[0083] 制御部24のD5における送信元が"255"のため、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃が制御部24のD5を受信する(S55)。制御部24のD5を受信した移動局SL₁～SL₃の内、クロックマスタ切替要求送信の条件を満たす移動局SL(S56)は、次のスロットR1を使用して移動局CMにクロックマスタ切替要求の制御データD6を送信する(S57、図16の2段目参照)。

[0084] 移動局CMは上記制御部24のD6を受信すると(S53)、スレーブモードの移動局に切り替わる(S54)。一方、制御部24のD6を受信した移動局SLは、新クロックマスタとなる(S58)。

[0085] 新クロックマスタは、次のスロットT1を使用して同期用電波であるクロックマスタD1通知の制御データD4の送信元を"255"に設定し、該制御部24のD4を送信する(図16の3段目参照)。また、全移動局CM・SL₁～SL₃の移動局番号を変更する。

(11)

19

【0086】図18に基づいて、移動局CMがスレーブモードの移動局に切り替わり、移動局SLが新たなクロックマスタになった場合の移動局番号の変更について説明する。ここでは、移動局が5つの場合を例にして述べる。

【0087】図18(a)に示すように、当初PS-1Dが「a」の移動局がクロックマスタとして稼働しているとき、「a」の移動局番号は「1」になっており、PS-1Dが「b」～「e」のスレーブモードの移動局の移動局番号が、それぞれ「2」～「5」となっているものとする。

【0088】そして、図18(b)に示すように、例えば「c」の移動局が断クロックマスタとなった場合は、「c」の移動局番号が「3」→「1」に変わり、クロックマスタからスレーブモードの移動局に切り替わった「a」の移動局番号は、スレーブモードの移動局の中で一番大きい移動局番号に変わる。即ち、ここでは「1」→「5」となる。PS-1Dが断クロックマスタとなった移動局の新クロックマスタになる前のPS-1Dより大きい移動局はPS-1Dが繰り上がり、小さい移動局のPS-1Dは変わらない。ここでは、「d」、「e」の移動局番号がそれぞれ「3」、「4」となり、「b」の移動局は「2」のままである。

【0089】(3-1) クロックマスタ切替要求送信の条件

前図17のS51における移動局CMによるクロックマスタ切替要求送信の条件を以下に挙げる。即ち、図24に示す【条件1】～【条件4】の何れかを満たした場合、移動局CMはクロックマスタ切替要求の制御データD5を送信する。

【0090】【条件1】送信データ未所有
移動局CMが、制御部18内のCPU29により、RAM30に送信データが存在しないことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0091】【条件2】一定時間の同期電波発射
移動局CMが、制御部18内の内蔵タイマ25により、移動局CMがクロックマスタとして稼働し始めてからの経過時間、即ち移動局CMが同期電波を発射し始めてからの経過時間を測定し、該経過時間がクロックマスタ切替間隔A10に設定されている時間を超えたことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0092】【条件3】一定時間のデータ中継
移動局CMは、制御部18内の内蔵タイマ25により、移動局CMがクロックマスタとして稼働し始めてから移動局SLとのデータ中継した数倍時間を測定し、該数倍時間がデータ中継可能時間A9に設定されている時間を超えたことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0093】【条件4】一定量のデータ中継
移動局CMは、制御部18内のCPU29により、移動

20

局CMがクロックマスタとして稼働し始めてから移動局SL間のデータ中継したデータ量を測定し、該データ量が中継可能データ量A11に設定されているデータ量を超えたことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0094】【条件5】一定時間のデータ未送信
移動局CMは、制御部18内の内蔵タイマ25により、移動局CMが移動局SL間のデータ中継した後、次のデータを中継するまでの時間を測定し、該時間がデータ未送信間隔A4に設定されている時間を超えても次のデータ中継が行われないことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0095】【条件6】クロックマスタとしての能力低下

移動局CMは、自身がクロックマスタとしての能力が低下したと判断したとき、移動局SLに制御データD5を送信する。ここで、クロックマスタとしての能力は、移動局に搭載されているCPU29のパフォーマンスの高さ、RAM30の空きメモリ容量、内蔵電池の残容量、他局からの受信データの電界強度、該受信データのエラー発生率、該受信データの伝播遅延時間、あるいは該受信データの再送要求回数で表される。

【0096】【条件6a】CPUパフォーマンス低下
移動局CMは、制御部18内のCPU監視部27により、CPUパフォーマンス監視時間A5に設定されている時間内でCPU29がアイドルであった時間を計測し、「CPUアイドル時間÷CPUパフォーマンス監視時間」で表されるCPUパフォーマンス値を計算する。このCPUパフォーマンス値がCPUパフォーマンス限界C1に設定されている値以下になった。即ち、CPU29が他の動作を行う等してアイドルである時間が少なくなり、CPU29の動作に余裕がなくなること検出したとき、制御データD5を送信する。

【0097】【条件6b】空きメモリ容量低下
移動局CMは、制御部18内のCPU29により、RAM30の「空きメモリ容量÷全メモリ容量」で表される空きメモリ容量値を計算する。この空きメモリ容量値が空きメモリ容量限界C2に設定されている値以下になった。即ち、RAM30の空きに余裕がなくなること検出したとき、制御データD5を送信する。

【0098】【条件6c】内蔵電池容量低下
移動局CMは、制御部18内の電池容量監視部28により、移動局CMに搭載されている内蔵電池の現在の電圧÷フル充電時の電圧」で表される電池残容量値を計算する。この電池残容量値が電池残容量限界C3に設定されている値以下になった。即ち、内蔵電池の容量に余裕がなくなること検出したとき、制御データD5を送信する。

【0099】【条件6d】受信電界強度低下
移動局CMは、制御部18内の受信レベル検出部21に

(12)

21

より、移動局SLからの受信データの電界強度を測定する。この電界強度値が電界強度限界C4に設定されている値以下になった。即ち、少なくとも1つの移動局SLとの間の電界強度が小さくなり、データの中継に支障を起すことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0100】【条件6e】受信エラー増加
移動局CMは、制御部18内のエラー検出部22により、移動局SLからの受信データのエラー発生件数を、受信エラー測定間隔A7に設定されている時間の間測定し、「受信エラーが発生したデータ数÷受信エラー測定間隔」に算出される受信エラー率値を計算する。この受信エラー率値が受信エラー率限界C5に設定されている値以上になった。即ち、少なくとも1つの移動局SLとの間で受信データのエラー発生率が多くなり、データの中継に支障を起すことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0101】【条件6f】伝播遅延時間増加
移動局CMは、制御部18内の伝播遅延時間監視部23により、移動局SLから送信された制御データD17の送信時間を測定する。この伝播遅延時間が伝播遅延時間限界C6に設定されている値以上になった。即ち、少なくとも1つの移動局SLとの間でデータの伝播遅延時間が大きくなり、データの中継に支障を起すことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0102】移動局CMは、測定データ発射間隔A9に設定されている時間内に、送信先に「255」を設定し、エリアD17bにデータを送信するときの内蔵タイマ25の値を設定して上記検出用データ発射要求の制御データD17を送信し、スレーブモードの全移動局SL1～SLjに対して検出用データ発射要求の制御データD18の送信を要求する。各移動局SL1～SLjは、制御データD17を受信したときの内蔵タイマ値をエリアD18に設定して制御データD18を移動局CMに送信する。

【0103】移動局CMは、制御部18内の伝播遅延時間監視部23により、移動局SLから送信された制御データD18に設定された内蔵タイマ値と、自局(移動局CM)の内蔵タイマ値との差で表される伝播遅延時間値を計算する。この伝播遅延時間値が伝播遅延時間限界C6に設定されている値以上になった。即ち、少なくとも1つの移動局SLとの間でデータの伝播遅延時間が大きくなり、データの中継に支障を起すことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0104】【条件6g】再送要求回数増加
再送要求回数を測定するときは、図8(1)に示す制御データD20を使用する。制御データD20の送信データ部は、再送要求の制御を示す番号「3」を設定する

22

エリアD20aを有している。

【0105】移動局CMは、制御部18内のエラー検出部22により、移動局SLからの受信データにエラーが発生したこと検出したとき、該移動局SLに再送要求の制御データD20を送信してデータの再送を要求する。このような再送要求を行った回数を、再送要求測定間隔A12に設定されている時間の間測定する。この再送要求回数値が再送要求回数限界C7に設定されている値以上になった。即ち、少なくとも1つの移動局SLとの間でデータ再送の回数が多くなり、データの中継に支障を起すことを検出したとき、制御データD5を送信する。

【0106】【条件7】クロックマスタによる干渉検出
移動局CMは、制御部18内のエラー検出部22により、1、2秒間の有効スロット中でスロットエラーが発生したスロット数を測定する。この測定値が移動局CMに予め設定されているチャネル切替F ER(F Rase Error Rate)しきい値以上になった。即ち、第二世代コードレス電話システム標準規格第2版(RCRSTD-2)で定義される干渉を検出したとき、制御データD5を送信する。

【0107】【条件8】スレーブモードの移動局による干渉検出

移動局CMは、移動局SLから干渉検出の通知がなされたとき、制御データD5を送信する。移動局SLが移動局CMに干渉検出を通知するときは、図8(1)に示す制御データD19を使用する。制御データD19の送信データ部は、干渉検出通知の制御を示す番号「2」を設定するエリアD19aを有している。

【0108】即ち、移動局SLは、制御部18内のエラー検出部22により、1、2秒間の有効スロット中でスロットエラーが発生したスロット数を測定する。この測定値が移動局SLに予め設定されているチャネル切替F ERしきい値以上になった。即ち第二世代コードレス電話システム標準規格第2版(RCRSTD-2)で定義される干渉を検出したとき、移動局CMに対して干渉検出通知の制御データD19を送信する。移動局CMは該制御データD19を受信したとき、制御データD5を送信する。

【0109】(3-2) クロックマスタ切替応答送信の条件

前図17のS56における移動局SLによるクロックマスタ切替応答送信の条件を以下に挙げる。即ち、図25に示す【条件1】～【条件4】の何れかを満たした場合は、移動局SLはクロックマスタ切替応答の制御データD6を送信する。

【0110】【条件1】クロックマスタとしての能力最大

移動局SLは、スレーブモードの全移動局SL1～SLjの中で自局がクロックマスタとしての能力が最大であ

(13)

23

ると判断したとき、移動局CMに制御データD6を送信する。ここで、クロックマスタとしての能力は、(3-1)の(条件6)に示した通りである。

【0111】(条件1a)：最大のCPUバフォーマンス所有

移動局SLは、制御部18内のCPU監視部27により、CPUバフォーマンス監視時間A5に設定されている時間内でCPU29がアイドルであった時間を計測し、ICPUアイドル時間÷CPUバフォーマンス監視時間で表されるCPUバフォーマンス値を計算する。

このCPUバフォーマンス値が前回の値(現在、RAM30に格納されている値)と変化した場合は、RAM30内のCPUバフォーマンス表B1(図5(a)参照)において、自局の移動局番号に対応する箇所に、上記新たなCPUバフォーマンス値を格納する。

【0112】また、移動局SLは、図8(a)に示す制御データD11を使用して、他の全移動局に自局のCPバフォーマンスを通知する。上記制御データD11の送信データ部は、CPUバフォーマンス通知の制御を示す番号"0"を設定するエリアD11aと、CPUバフォーマンス値を設定するエリアD11bとを有している。

【0113】即ち、移動局SLは、制御データD11の送信先に"255"を、エリアD11bに計算されたICPUバフォーマンス値を設定して送信し、他の全移動局に自局のCPUバフォーマンスを通知する。一方、他局から制御データD11を受信した場合は、CPUバフォーマンス表B1において、制御データD11の送信元に対応している移動局番号に対応する箇所に、上記他局のCPUバフォーマンス値を格納する。このようにして、全移動局間で互いのCPUバフォーマンスを把握する。

【0114】移動局SLは、CPUバフォーマンス表B1に格納された自局のCPUバフォーマンス値と他局のCPUバフォーマンス値とを比較して、自局のCPUバフォーマンスが一番高いことを検出したとき、制御データD6を送信する。

【0115】(条件1b)：最大の空きメモリ容量所有
移動局SLは、制御部18内のCPU29により、RAM30の「空きメモリ容量÷全メモリ容量」で表される空きメモリ容量を計算する。この空きメモリ容量が前回の値と変化した場合は、RAM30内の空きメモリ容量表B2(図5(b)参照)において、自局の移動局番号に対応する箇所に、上記新たな空きメモリ容量を格納する。

【0116】また、移動局SLは、図8(b)に示す制御データD12を使用して、他の全移動局に自局の空きメモリ容量を通知する。上記制御データD12の送信データ部は、空きメモリ容量通知の制御を示す番号"1"を設定するエリアD12aと、空きメモリ容量値を設定

24

するエリアD12bとを有している。

【0117】即ち、移動局SLは、制御データD12の送信先に"255"を、エリアD12bに計算された空きメモリ容量値を設定して送信し、他の全移動局に自局の空きメモリ容量を通知する。一方、他局から制御データD12を受信した場合は、空きメモリ容量表B2において、制御データD12の送信元に対応している移動局番号に対応する箇所に、上記他局の空きメモリ容量値を格納する。このようにして、全移動局間で互いの空きメモリ容量を把握する。

【0118】移動局SLは、空きメモリ容量表B2に格納された、自局の空きメモリ容量値と他局の空きメモリ容量値とを比較して、自局の空きメモリ容量が一番大きいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

【0119】(条件1c)：最大の内蔵電池容量所有
移動局SLは、制御部18内の電池容量監視部26により、移動局SLに格納されている内蔵電池の「現在の電圧÷フル充電時の電圧」の電池残容量値を計算する。この電池残容量値が前回の値と変化した場合は、RAM30内の電池残容量表B3(図5(c)参照)において、自局の移動局番号に対応する箇所に、上記新たな電池残容量値を格納する。

【0120】また、移動局SLは、図8(c)に示す制御データD13を使用して、他の全移動局に自局の電池残容量を通知する。上記制御データD13の送信データ部は、電池残容量通知の制御を示す番号"2"を設定するエリアD13aと、電池残容量値を設定するエリアD13bとを有している。

【0121】即ち、移動局SLは、制御データD13の送信先に"255"を、エリアD13bに計算された上記電池残容量値を設定して送信し、他の全移動局に自局の電池残容量を通知する。一方、他局から制御データD13を受信した場合は、電池残容量表B3において、制御データD13の送信元に対応している移動局番号に対応する箇所に、上記他局の電池残容量値を格納する。このようにして、全移動局間で互いの電池残容量を把握する。

【0122】移動局SLは、電池残容量表B3に格納された、自局の電池残容量値と他局の電池残容量値とを比較して、自局の電池残容量が一番大きいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

【0123】(条件2) 他局の移動局との送受信状態が最良

移動局SLは、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃の中で自局が最も良好な送受信状態を有していると判断したとき、移動局CMに制御データD6を送信する。

【0124】ここで、他局との間の送受信状態は、全移動局から自局へ送信された各データの電界強度の偏差の合計値、各データの受信エラー率の偏差の合計値、各データの伝播遅延時間の偏差の合計値、各データの

(14)

25

再送要求回数の偏差の合計値、各データの電界強度の合計値、各データの受信エラー率の合計値、各データの伝播遅延時間の合計値、あるいは各データの再送要求回数の合計値で表される。

【0125】上記種々のパラメータによる偏差の合計値は、その偏差合計値が小さい程、ネットワーク内に存在する各移動局それぞれに対して待ち能力を有することを含んでいる。つまり、偏差合計値の小さい移動局は、どの移動局に対しても良好な通信を行うことができ

【0126】(条件2a)：電界強度の偏差の合計値が最小
他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの電界強度の偏差の合計値により評価する。

【0127】ここで、各移動局CM・SL₁～SL₃は、各移動局CM・SL₁～SL₃にそれぞれ対応したRAM30内にそれぞれ電界強度表B4(図5(d)参照)を有している。具体的には、図20に示すように、4つの電界強度表B4(CM)・B4(SL₁)・B4(SL₂)・B4(SL₃)を各々有していることとする。

【0128】移動局CMは、測定データ発射間隔A9に設定されている時間毎に、送信先に"255"を設定して検査モードの全移動局SL₁～SL₃に対して検査用データ発射要求の制御データD17を送信し、各移動局SL₁～SL₃は、各々移動局番号の順に、送信先に"255"を設定して検査用データ発射要求の制御データD18を送信する(図19参照)。

【0129】移動局SL₂からの制御データD18を受信した移動局SL₁は、制御部18内の受信レベル検出部21により、通常は移動局CMが使用するスロットR1を使用して移動局SL₂に対する自局の電界強度を測定する。この電界強度値(例えば、X)が前回の値と変化した場合は、自局(移動局SL₁)の電界強度表B4(SL₁) (図20(b)参照)において、移動局SL₂からの制御データD18の送信元に対応されている移動局番号"3"に対応する箇所に、上記電界強度値Xを格納する。

【0130】また、移動局SL₁は、図8(d)に示す制御データD14を使用して、他の全移動局CM・SL₂・SL₃に、移動局SL₂に対する移動局SL₁の電界強度(電界強度値X)を通知する。上記制御データD14の送信データ部は、電界強度通知の制御を示す番号"3"を設定するエリアD14aと、移動局番号を設定するエリアD14bと、電界強度値を設定するエリアD14cとを有している。

【0131】即ち、移動局SL₁は、制御データD14の送信先に"255"を、エリアD14bに制御データD18の送信元に対応されている移動局番号"3"を、エリアD14cに電界強度値Xを設定して送信し、他の

26

全移動局CM・SL₂・SL₃に、上記電界強度値Xを通知する。一方、移動局SL₁からの制御データD14を受信した移動局CM・SL₂・SL₃は、制御データD14の送信元に設定されている移動局番号"2"に対応する電界強度表B4(SL₂) (図20(a)(c)(d)参照)において、移動局番号"3"に対応する箇所に上記電界強度値Xを格納する。

【0132】上記と同様にして、移動局SL₂に対する移動局SL₁の電界強度(例えば、Y)が移動局CM・SL₁～SL₃の各電界強度表B4(SL₂)に格納される。尚、移動局CMに対する移動局SL₁の電界強度は、検査用データ発射要求の制御データD17を受信したときに測定され、その電界強度値(例えば、Z)も同様に各電界強度表B4(SL₁)に格納される。

【0133】また、上記移動局SL₁以外の各移動局SL₂・SL₃に関して、同様に電界強度を測定する。このようにして、全移動局間で互いに他局に対する自局の電界強度を把握する。

【0134】その後、電界強度表B4(SL₁)の電界強度値X・Y・Zを用いて、移動局SL₂・SL₃・CMにそれぞれ計算する。同様に、電界強度表B4(SL₂)から移動局SL₂の、電界強度表B4(SL₃)から移動局SL₃の電界強度のばらつきをそれぞれ計算する。

【0135】移動局SL₁は、自局の電界強度の偏差の合計値と他局の電界強度の偏差の合計値とを比較して、自局の電界強度の偏差の合計値が最も小さいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

【0136】(条件2b) 受信エラー率の偏差の合計値が最小

他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データのエラー発生率の偏差の合計値により評価する。

【0137】上記(条件2a)の場合と同様に、移動局CMが検査用データ発射要求の制御データD17を送信し、各移動局SL₁～SL₃が検査用データ発射要求の制御データD18を送信する。

【0138】検査用データ発射要求の制御データD18を受信した移動局SL₁は、制御部18内のエラー検出部22により、スロットR1を使用して上記制御データD18のフレームエラーの有無を検査し、受信エラー測定間隔A7に設定している時間毎に受信エラー率を計算する。この受信エラー率値が前回の値と変化した場合は、RAM30内の自局の受信エラー率表B5(図5(e)参照)において、受信した上記制御データD18の送信元に対応している移動局番号に対応する箇所に、上記受信エラー率値を格納する。

【0139】また、上記移動局SL₁は、図8(e)に示す制御データD15を使用して、他の全移動局に、他局に対する自局の受信エラー率を通知する。上記制御データD15の送信データ部は、受信エラー率通知の制御を

(15)

27

示番号“4”を、設定するエリアD15aと、移動局番号を設定するエリアD15bと、受信エラー率値を設定するエリアD15cとを有している。

[0140] 即ち、移動局SLは、制御データD15の送信先に“255”を、エリアD15bに受信した制御データD18の送信元に設定されている移動局番号を、エリアD18cに受信エラー率値を設定して送信し、他の全移動局に他局に対する自局の受信エラー率を通知する。一方、上記制御データD15を受信した他の移動局SLは、該制御データD15を受信し、自局の伝播遅延時間の伝播遅延時間の合計値とを比較して、自局の伝播遅延時間の合計値が最も小さいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

[0141] このようにして、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に関して受信エラー率値を計算し、全移動局間で互いに他局に対する自局の受信エラー率を把握する。

[0142] その後、各移動局SL₁～SL₃は、受信エラー率表B5に基づいて、他局に対する各移動局SL₁～SL₃の受信エラー率のばらつき（偏差）をそれぞれ計算する。移動局SLは、自局の受信エラー率の偏差の合計値と他局の受信エラー率の偏差の合計値とを比較して、自局の受信エラー率の偏差の合計値が最も小さいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

[0143] [条件2c] 伝播遅延時間の偏差の合計値が最小

他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの再送要求回数の偏差の合計値により評価する。

[0144] 上記[条件2a]の場合と同様に、移動局CMが検査用データ発射要求の制御データD17を送信し、各移動局SL₁～SL₃が検査用データ発射応答の制御データD18を送信する。ここで、移動局SLが検査用データD18に前記データD17を受信したとき、エリアD18bに前記データD17を受信したとき、自局の内蔵タイマ25の値を設定しておく。

[0145] 検査用データ発射応答の制御データD18を受信した移動局SLは、制御部18内の伝播遅延時間測定部23により、スロットR1を使用して上記制御データD18の内蔵タイマ値と自局の内蔵タイマ値との差である伝播遅延時間を計算する。この伝播遅延時間が前回の値と変化した場合、RAM30内の自局の伝播遅延時間表B6（図5（f）参照）において、受信した上記制御データD18の送信元に設定されている移動局番号に対応する箇所に、上記伝播遅延時間値を格納する。

[0146] また、上記移動局SLは、図8（f）に示す制御データD16を使用して、他の全移動局に、他局に対する自局の伝播遅延時間を通知する。上記制御データD16の送信データ部は、伝播遅延時間の制御データを、示す番号“5”を設定するエリアD16aと、移動局番号

29

号を設定するエリアD16bと、伝播遅延時間値を設定するエリアD16cとを有している。

[0147] 即ち、移動局SLは、制御データD16の送信先に“255”を、エリアD16bに受信した制御データD18の送信元に設定している移動局番号を、エリアD16cに上記伝播遅延時間値を設定して送信し、他の全移動局に他局に対する自局の伝播遅延時間を通知する。一方、上記制御データD16を受信した他の移動局SLは、該制御データD16の送信元に設定されている移動局番号に対応する伝播遅延時間表B6において、前記移動局SLの伝播遅延時間表B6の場合と同様に、上記伝播遅延時間値を格納する。

[0148] このようにして、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に関して伝播遅延時間を計算し、全移動局間で互いに他局に対する自局の伝播遅延時間を把握する。

[0149] その後、各移動局SL₁～SL₃は、伝播遅延時間表B6に基づいて、他局に対する各移動局SL₁～SL₃の伝播遅延時間のばらつき（偏差）をそれぞれ計算する。移動局SLは、自局の伝播遅延時間の偏差の合計値と他局の伝播遅延時間の偏差の合計値とを比較して、自局の伝播遅延時間の偏差の合計値が最も小さいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

[0150] [条件2d] 再送要求回数の偏差の合計値が最小

他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの再送要求回数の偏差の合計値により評価する。

[0151] 上記[条件2a]の場合と同様に、移動局CMが検査用データ発射要求の制御データD17を送信し、各移動局SL₁～SL₃が検査用データ発射応答の制御データD18を送信する。

[0152] 検査用データ発射応答の制御データD18を受信した移動局SLは、制御部18内のエラー検出部22により、スロットR1を使用して上記制御データD18のフレームエラーの有無を検査する。フレームエラーを検出した場合は再送要求の制御データD20を送信し、再送要求測定間隔A12に設定されている時間毎に再送要求回数を計算する。この再送要求回数が前回の値と変化した場合、RAM30内の自局の再送要求回数表B7（図5（g）参照）において、受信した上記制御データD18の送信元に設定されている移動局番号に対応する箇所に、上記再送要求回数を格納する。

[0153] また、上記移動局SLは、図8（k）に示す制御データD21を使用して、他の全移動局に、他局に対する自局の再送要求回数を通知する。上記制御データD21の送信データ部は、再送要求回数の制御データを、示す番号“6”を設定するエリアD21aと、移動局番号を設定するエリアD21bと、再送要求回数を設定するエリアD21cとを有している。

[0154] 即ち、移動局SLは、制御データD21の

29

送信先に“255”を、エリアD21bに受信した制御データD18の送信元に設定されている移動局番号を、エリアD21cに再送要求回数を設定して送信し、他の全移動局に他局に対する自局の再送要求回数を通知する。一方、上記制御データD21を受信した他の移動局SLは、該制御データD21を送信元に設定されている移動局番号に対応する再送要求回数表B7において、前記移動局SLの再送要求回数表B7の場合と同様に、上記再送要求回数値を格納する。

[0155] このようにして、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に関して再送要求回数を計算し、全移動局間で互いに他局に対する自局の再送要求回数を把握する。

[0156] その後、各移動局SL₁～SL₃は、再送要求回数表B7に基づいて、他局に対する各移動局SL₁～SL₃の再送要求回数のばらつき（偏差）をそれぞれ計算する。移動局SLは、自局の再送要求回数の偏差の合計値と他局の再送要求回数の偏差の合計値とを比較して、自局の再送要求回数の偏差の合計値が最も小さいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

[0157] [条件2e] 電界強度の合計値が最大

他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の電界強度の合計値により評価する。

[0158] 前記[条件2a]の場合と同様に、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に関して電界強度を計算し、全移動局間で互いに他局に対する自局の電界強度が最小

環境変化は、クロックマスタに対する電界強度、クロックマスタに対する受信エラー率、クロックマスタに対する伝播遅延時間、及びクロックマスタに対する再送要求回数が最大

[0159] その後、各移動局SL₁～SL₃内の電界強度表B4に基づいて、他局に対する各移動局SL₁～SL₃の電界強度の合計値をそれぞれ計算する。移動局SLは、自局の電界強度の合計値と他局の電界強度の合計値とを比較して、自局の電界強度の合計値が最も大きいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

[0160] [条件2f] 受信エラー率の合計値が最小

他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの受信エラー率の合計値により評価する。

[0161] 前記[条件2b]の場合と同様に、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に関して受信エラー率を計算し、全移動局間で互いに他局に対する自局の受信エラー率を把握する。

[0162] その後、各移動局SL₁～SL₃は、受信エラー率表B5に基づいて、他局に対する各移動局SL₁～SL₃の受信エラー率の合計値をそれぞれ計算する。移動局SLは、自局の受信エラー率の合計値と他局の受信エラー率の合計値とを比較して、自局の受信エラー率の合計値が最も小さいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

[0163] [条件2g] 伝播遅延時間の合計値が最小

他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの伝播遅延時間の合計値により評価する。

(16)

30

[0164] 前記[条件2c]の場合と同様に、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に関して伝播遅延時間を計算し、全移動局間で互いに他局に対する自局の伝播遅延時間を把握する。

[0165] その後、各移動局SL₁～SL₃内の伝播遅延時間表B6に基づいて、他局に対する各移動局SL₁～SL₃の伝播遅延時間の合計値をそれぞれ計算する。移動局SLは、自局の伝播遅延時間の合計値と他局の伝播遅延時間の合計値とを比較して、自局の伝播遅延時間の合計値が最も小さいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

[0166] [条件2h] 再送要求回数の合計値が最小

他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの再送要求回数の合計値により評価する。

[0167] 前記[条件2d]の場合と同様に、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に関して再送要求回数を計算し、全移動局間で互いに他局に対する自局の再送要求回数を把握する。

[0168] その後、各移動局SL₁～SL₃は、伝播遅延時間表B7に基づいて、他局に対する各移動局SL₁～SL₃の再送要求回数の合計値をそれぞれ計算する。移動局SLは、自局の再送要求回数の合計値と他局の再送要求回数の合計値とを比較して、自局の再送要求回数の合計値が最も小さいことを検出したとき、制御データD6を送信する。

[0169] [条件3] クロックマスタの切り替えによる環境変化が最大

移動局SLは、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃の中で自局がクロックマスタの切り替えによる環境変化が最も小さいと判断したとき、移動局CMに制御データD6を送信する。

[0170] ここで、クロックマスタの切り替えによる環境変化は、クロックマスタに対する電界強度、クロックマスタに対する受信エラー率、クロックマスタに対する伝播遅延時間、及びクロックマスタに対する再送要求回数が最大

[0171] [条件3a] クロックマスタに対する電界強度が最大

移動局CMの切り替えによる環境変化を、移動局CMに移動局SLの電界強度により評価する。

[0172] 上記[条件2a]の場合と同様に、移動局CMが検査用データ発射要求の制御データD17を送信し、各移動局SL₁～SL₃が検査用データ発射応答の制御データD18を送信する。

[0173] 制御局CMは、制御部18内の受信レベル検出部21により、各移動局SL₁～SL₃からの検査用データ発射応答の制御データD18の電界強度をそれぞれ測定する。これらの電界強度が前回の値と変化した場合、は、電界強度通知の制御データD14の送信先に“255”を、エリアD14bに受信した制御データD

(17)

31

1.8の送信に設定されている移動局番号を、エリアD1.4cに測定した電界強度値を設定して送信し、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に移動局CMにに対する移動局SLの電界強度を通知する。一方、移動局CMからの電界強度通知の制御データD1.4を受信した各移動局SL₁～SL₃は、複数ある電界強度表B.4の内の移動局CMに対応した電界強度表B.4に、上記電界強度値をそれぞれ格納する。このようにして、全移動局間で移動局CMに対する移動局SLの電界強度を把握する。

[10174] 移動局SLは、自局の移動局CMに対する電界強度と他局の移動局CMに対する電界強度とを比較して、自局の電界強度が最も大きいことを検出したとき、制御データD.6を送信する。

[10175] (条件3b.) クロックマスタに対する受信エラー率が最小

移動局CMの切り替えによる環境変化を、移動局CMにに対する移動局SLの受信データのエラー率により評価する。

[10176] 上記 (条件2a.) の場合と同様に、移動局CMが検査用データ発射要求の制御データD1.7を送信し、各移動局SL₁～SL₃が検査用データ発射応答の制御データD1.8を送信する。

[10177] 移動局CMは、制御部1.8内のエラー検出部2.2により、各移動局SL₁～SL₃からの検査用データ発射応答の制御データD1.8のフレームエラーの有無を検査し、受信エラー率判定閾値A.7に設定されている時間内に受信エラー率を計算する。この受信エラー率値が閾値の値と変化した場合は、受信エラー率通知の制御データD1.5を送信し、エリアD1.5bに設定されている移動局番号を、エリアD1.5cに計算した上記受信エラー率値を設定して送信し、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に移動局CMに対する移動局SLの受信エラー率を通知する。一方、移動局CMからの受信エラー率通知の制御データD1.5を受信した各移動局SL₁～SL₃は、複数ある受信エラー率表B.5の内の移動局CMに対応した受信エラー率表B.5に、上記受信エラー率値をそれぞれ格納する。このようにして、全移動局間で移動局CMに対する移動局SLの受信エラー率を把握する。

[10178] 移動局SLは、自局の移動局CMに対する受信エラー率と他局の移動局CMに対する受信エラー率とを比較して、自局の受信エラー率が最も小さいことを検出したとき、制御データD.6を送信する。

[10179] (条件3c.) クロックマスタに対する伝播遅延時間が最小

移動局CMの切り替えによる環境変化を、移動局CMにに対する移動局SLの伝播遅延時間により評価する。

[10180] 上記 (条件2a.) の場合と同様に、移動局

32

CMが検査用データ発射要求の制御データD1.7を送信し、各移動局SL₁～SL₃が検査用データ発射応答の制御データD1.8を送信する。ここで、移動局SLが検査用データ発射応答の制御データD1.8を送信するとき、エリアD1.8bに制御データD1.7を受信したとき自局の内蔵タイマ2.5の値を設定しておく。

[10181] 移動局CMは、制御部1.8内の伝播遅延時間測定部2.3により、各移動局SL₁～SL₃からの検査用データ発射応答の制御データD1.8の内蔵タイマ値と自局の内蔵タイマ値の差で表される伝播遅延時間を計算する。この伝播遅延時間値が閾値の値と変化した場合は、伝播遅延時間通知の制御データD1.6の送信先に“2.5.5”を、エリアD1.6bに受信した制御データD1.8の送信先に設定している移動局番号を、エリアD1.6cに計算した上記伝播遅延時間値を設定して送信し、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に移動局CMに対する移動局SLの伝播遅延時間を通知する。一方、移動局CMからの伝播遅延時間通知の制御データD1.6を受信した各移動局SL₁～SL₃は、複数ある伝播遅延時間表B.6の内の移動局CMに対応した伝播遅延時間表B.6に、上記伝播遅延時間値をそれぞれ格納する。このようにして、全移動局間で、移動局CMに対する移動局SLの伝播遅延時間を把握する。

[10182] 移動局SLは、自局の移動局CMに対する伝播遅延時間と他局の移動局CMに対する伝播遅延時間とを比較して、自局の伝播遅延時間が最も小さいことを検出したとき、制御データD.6を送信する。

[10183] (条件3d.) クロックマスタに対する再送要求回数が最小

移動局CMの切り替えによる環境変化を、移動局CMにに対する移動局SLの受信データの再送要求回数により評価する。

[10184] 上記 (条件2a.) の場合と同様に、移動局CMが検査用データ発射要求の制御データD1.7を送信し、各移動局SL₁～SL₃が検査用データ発射応答の制御データD1.8を送信する。

[10185] 移動局CMは、制御部1.8内のエラー検出部2.2により、検査用データ発射応答の制御データD1.8のフレームエラーの有無を検査する。フレームエラー率を抽出した場合は、再送要求の制御データD.20を送信し、再送要求回数判定閾値A.12に設定されている時間毎に再送要求回数を計算する。この再送要求回数値が閾値の値と変化した場合は、再送要求回数通知の制御データD2.1の送信先に“2.5.5”を、エリアD2.1bに受信した検査用データ発射応答の制御データD1.8の送信元に設定している移動局番号を、エリアD2.1cに計算した上記再送要求回数値を設定して送信し、スレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に移動局CMに対する移動局SLの再送要求回数を通知する。一方、移動局CMから再送要求通知の制御データD2.1を受信した各移動

33

局SL₁～SL₃は、複数ある再送要求回数表B.7の内の移動局CMに対応した再送要求回数表B.7に、上記再送要求回数値をそれぞれ格納する。このようにして、全移動局間で移動局CMに対する移動局SLの再送要求回数を把握する。

[10186] 移動局SLは、自局の移動局CMに対する再送要求回数と他局の移動局CMに対する再送要求回数とを比較して、自局の再送要求回数が最も小さいことを検出したとき、制御データD.6を送信する。

[10187] (条件4.) 移動局に割り当てられた番号順移動局SLの応答は、移動局番号に従うものとする。即ち、移動局SLは、自局の移動局番号が“2”であるとき、制御データD.6を送信する。

[10188] 以上のように、本実施形態における時分割デジタル移動無線通信システムは、複数の移動局を備えており、上記各移動局は、時分割通信に必要な同期確立を行うために自主クロックでフレームタイミングを規定して動作するマスタモードと、マスタモードの移動局から送られる同期番号パターンにフレーム同期して動作するスレーブモードとの2つの動作モードを有する構成である。

[10189] ここで、上記複数の移動局の内の1つをマスタモードで動作させるクロックマスタとし、残りの移動局をスレーブモードで動作させることによって、上記複数の移動局間で無線通信を行う場合に、通信中に上記クロックマスタをスレーブモードの移動局に切り替えると同時に、上記クロックマスタ以外のスレーブモードの全移動局の内の1つをマスタモードに切り替えて次のクロックマスタとすることを特徴としている。

[10190] これによれば、各移動局はマスタモードとスレーブモードとの2つの動作モードを有しているの

で、複数の移動局の内の1つをクロックマスタとすれば、基地局を介さない移動局間での無線通信を行うことができる。

[10191] そして、通信中にクロックマスタの切り替えを実現することができるので、マスタモードとなった移動局のみに負荷が集中することがなくなる。これにより、全移動局にかかる負荷を分散させることが可能となる。

[10192] また、例えばクロックマスタとスレーブモードの移動局間で通信を行っている場合に、どちらから一方の移動局が移動したりして2つの移動局間の通信状態が悪化すると、従来の構成では通信中にクロックマスタを切り替えることができないので通信が途切れる虞がある。これに対して、本願の構成では通信中にクロックマスタを切り替えることができるので、上記のような場合でも他の移動局をクロックマスタとすることで、途切れした通信が可能となる。

[10193] また、最初にマスタモードで動作されるクロックマスタは、全移動局の中で、電源投入によって最

34

初に稼動状態となった移動局である。これによれば、次に稼動状態になる移動局が円滑に通信を行うことができ、効率よく通信を行うことが可能となる。

[10194] また、最初にマスタモードで動作されるクロックマスタは、全移動局の中で、最初にデータ送信の必要が生じた移動局としてもよい。これによれば、電源投入後に稼動状態としてもデータ送信を行わない移動局がクロックマスタとなることなく、該移動局にクロックマスタとなることによる過大な負荷を与えない。

[10195] 上記クロックマスタの切り替え方は、現クロックマスタが自局がスレーブモードに切り替わる前にスレーブモードの全移動局に対して切替要求を行い、要求を受けたスレーブモードの全移動局の中で現クロックマスタに対して最初に応答したスレーブモードの移動局が次のクロックマスタとなるものである。

[10196] 前記現クロックマスタからの切替要求は、(1) 現クロックマスタが送信データを保持しなくなつた時点、(2) 現クロックマスタが同期用電波を発射してから一定時間経過した時点、(3) 現クロックマスタがスレーブモードの移動局からのデータを一定時間中絶した時点、(4) 現クロックマスタがスレーブモードの移動局からのデータを一定量中絶した時点、(5) 現クロックマスタがデータ中継を一定時間行っていないことを検出した時点、(6) 現クロックマスタがクロックマスタとしての能力が低下したと判断された時点、(7) 現クロックマスタが干渉を抽出した時点、あるいは(8) 現スレーブモードの移動局が現クロックマスタの干渉を抽出した時点で行われる。

[10197] 上記 (1) の場合には、送信データがないときに待機状態となり、クロックマスタである必要がないので、そのような移動局の電池を不要に消耗させることがなくなる。(2) の場合には、クロックマスタとなるので、各移動局の電池の消費量を平均化することができ。(3) (4) の場合には、データ中継の負荷を分散させるので、各移動局の電池の消費量を平均化する。これにより、全移動局にかかる負荷を分散させることが可能となる。(5) の場合には、中継するデータがないときには同期用電波の発射を継続させる必要はなく、該同期用電波の発射を停止させて、電池の消耗を防止することができる。(6) の場合には、例えばRAMの空きメモリ容量が少なくなると中継ができなくなる等の、通信に支障をきたすクロックマスタが切り替わるので、良好な通信を維持することが可能となる。(7) (8) の場合には、干渉により通信に支障をきたすクロックマスタが切り替わるので、良好な通信を維持することが可能となる。

[10198] また、前記現クロックマスタからの切替要求に対するスレーブモードの移動局の応答は、(1) スレーブモードの全移動局の中でクロックマスタとしての

(23)

43

(3) の通信中のクロックマスタの切り替え処理が異なるものである。

【0258】従って、ここでは通信中の移動局CMの切り替え処理のみについて説明する。本実施形態では、移動局SLが移動局CMに対して切替要求を行い、要求を行った移動局SLが次のクロックマスタとなることを特徴としている。

【0259】図22に示すように、移動局SLがクロックマスタ切替要求送信の条件を満たした場合（S71）、スロットR1を使用して、クロックマスタ切替要求の開始データD5の送信先にクロックマスタを要求する（S72）。

【0260】制御データD5を受信した移動局CMは、次のスロットT1を使用して、制御データD5を送信し、移動局SLにクロックマスタ切替芯番の制御データD6を送信する（S75、S76、図23の2段目参照）。

【0261】移動局SL1は、上制御データD6を受信すると(S73)、新クロックマスタとなる(S74)。方、制御データD6を送信した移動局CM1は、スレーブモードの移動局に切り替わる(S77)。

【0262】新クロックマスタは、実施形態1と同様に、次のスロットT1を使用して同期電波であるクロックマスタID通知の制御データD4の送信先を“255”に設定し、該制御データD4を送信する(図23の3段目参照)。また、全制御局CM・SL1~SL3の移動局番号を変更する。

【0263】次に、前記図2のS71における移動局SLによるクロックマスタ切替要求送信の条件を挙げ、即ち、図27に示す【条件1】～【条件4】の何れかを満たした場合、移動局SLはクロックマスタ切替要求の制御データ16を送信する。尚、クロックマスタ切替要求送信を満たす移動局SLが複数存在する場合には、その中で最も良好な能力、送受信状態、あるいは現状状態を有する移動局SLが切替要求を行うものとす

【0264】【条件1】クロックマスタとしての能力良好
移動局SLは、自局のクロックマスタとしての能力が移動局CMよりも低いと判断したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。ここでクロックマスタとしての能力は、実施形態1の(3-1)の(条件6)に示した通りである。

【0265】条件1a) CPUパフォーマンスが大英連邦形1の(3-2)の(条件1a)の場合と同様に、移動局CMはCPUパフォーマンス値を計算する。即ち、移動局CMは、南御前18内のCPU監視部27により、CPUパフォーマンス監視時間A5に設定されている時間内でCPU29がアイドルであった時間

(24)

10273] [条件2] 他の移動局との送受信機能が良好
移動局SLは、自局の他局に対する送受信機能が移動局
CMの他局に対する送受信状態よりも良好であることを
検出したとき、移動局CMに隣接したFD5を送信す
ることで、他局との間の送受信機能が、実施形態1の
(3-2)の[条件2]に示し通りである。

【0274】条件2 a、電界強度の偏差の合計値が小
他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信デ
ータの電界強度の偏差の合計値により評価する。

【0275】実施形態1の(3-2)の(条件2a)の場合と同様にして、移動局CMは他局に対する自局の電界強度値を決定する。即ち、検査データ採集担当の別局電界強度値211を用いて、他局に対する自局の電界強度を決定する。この電界強度値が前回の値と変化した場合、電界強度通知の制御データD14を用いてスレーブモードの全移動局SL₁～SL₃に他局に対する電界強度値を通知する。即ち、移動局CMは電界強度通知の制御データD14の送信元に「255」を、エリアは、制御データD14の送信先に「255」を、エリアD14bに制御データD18の送信元に設定されている移動局番号を、エリアD14cに計算された上記電界強度値を設定して送信し、全移動局SL₁～SL₃に他局に対する移動局CMの電界強度値を通知する。

【0276】一方、制御データD14を受信した移動局SLは、クロックマスタを表す移動局番号“1”の境界強度表B4において、受信した制御データD14の送信元局番号に対応する移動局番号に対応する値に、上記に設定された境界強度値を格納する。また、移動局SLも、通常は移動局CMが使用するスロットR1を使用し、他の移動局SLの送信する制御データD18の境界強度を測定する。この境界強度値が前回の値と変化した場合に、自局の境界強度表B4において、上記に設定された境界強度値を格納する。このようにして、スレーブモードの全移動局SL₁～SL_gは、移動局CMの他局に対する境界強度、及び自局の他局に対する境界強度を把握する。

【0277】移動局SLは、移動局SL内の電界強度表示B4に基づいて、他局に対する各移動局CM・SL₁～SL₃の電界強度のばらつき（偏置）をそれぞれ計算し、自局の他局に対する電界強度の偏置の合計値が、移動局CMの他局に対する電界強度の偏置の合計値よりも小さいことが検出したとき、移動局CMに制御データD₁を送信する。

【0278】(条件2b:受信エラー率の偏差の合計値が小)

局CMの他局に対する受償エラ一率を把握する

【0280】移動局SLは、率表B5に基づいて、他局に11～SL3の受信エラー車のれ計算し、自局の他局に対す計値が、移動局CMの他局にの合計値よりも小さいことをに南御データD5を送信する。

【0281】(条件2c) 伝
が小

【0282】前記（条件2a）より、スレーブモードの全移動局CMの他局に対する伝播遅延時間を把握す

【0283】移動局SLは、時間表B6に基づいて、他局に比べて計算し、自局の他局に対する計値が、移動局CMの他局に比べての合計値よりも小さいことを検知して、制御データD5を選択する。

【0284】〔条件2d〕再

他局との間の送受信状態を、一
タータの再送要求回数、の偏差の

【0285】前記〔条件2a）
り、スレーブモードの全移動
局CMの他局に対する再送要
に対する再送要求回数を把握す

【0286】移動局SLは、数表B7に基づいて、他局に11～SL3の再送要求回数れ計算し、自局の他局に計値が、移動局CMの他局の合計値よりも小さいことを制御データD5を送信する。

【0287】〔条件2e〕電
他局との間の送受信状態を、作
度の合計値により評価する。

【0288】前記【条件2a】
レーズモードの全移動局SLP
の他局に対する電界強度、及び
強度を把握する。

【0289】移動局SLは、種
B4に基づいて、他局に対する
SL₃の電界強度の合計値を
局に対する電界強度の合計値が

(25)

- 47 する電界強度の合計値よりも大きいことを検出したとき、制御データD5を送信する。
- 【0290】(条件2 f) 受信エラー率の合計値が小
他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの受信エラー率の合計値により評価する。
- 【0291】前記(条件2 b)の場合と同様にして、スレーブモードの全移動局SL₁～SL_gは、移動局CMの他局に対する受信エラー率、及び自局の他局に対する受信エラー率を把握する。
- 【0292】移動局SLは、移動局SL内の受信エラー率表B5に基づいて、他局に対する各移動局CM・SL₁～SL_gの受信エラー率の合計値をそれぞれ計算し、自局の他局に対する受信エラー率の合計値が、移動局CMの他局に対する受信エラー率の合計値よりも小さいことを検出したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。
- 【0293】(条件2 g) 伝播遅延時間の合計値が小
他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの伝播遅延時間の合計値により評価する。
- 【0294】前記(条件2 c)の場合と同様にして、スレーブモードの全移動局SL₁～SL_gは、移動局CMの他局に対する伝播遅延時間、及び自局の他局に対する伝播遅延時間を把握する。
- 【0295】移動局SLは、移動局SL内の伝播遅延時間表B6に基づいて、他局に対する各移動局CM・SL₁～SL_gの伝播遅延時間の合計値をそれぞれ計算し、自局の他局に対する伝播遅延時間の合計値が、移動局CMの他局に対する伝播遅延時間の合計値よりも小さいことを検出したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。
- 【0296】(条件2 h) 再送要求回数の合計値が小
他局との間の送受信状態を、他局に対する自局の受信データの再送要求回数の合計値により評価する。
- 【0297】前記(条件2 d)の場合と同様にして、スレーブモードの全移動局SL₁～SL_gは、移動局CMの他局に対する再送要求回数、及び自局の他局に対する再送要求回数を把握する。
- 【0298】移動局SLは、移動局SL内の再送要求回数表B7に基づいて、他局に対する各移動局CM・SL₁～SL_gの再送要求回数の合計値をそれぞれ計算し、自局の他局に対する再送要求回数の合計値が、移動局CMの他局に対する再送要求回数の合計値よりも小さいことを検出したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。
- 【0299】(条件3) 移動局に割り当てられた番号順移動局SLのクロックマスタ切替要求送信は、移動局番号に依りものとする。即ち、移動局番号“2”の移動局SLは、制御部18内の内蔵タイマにて移動局CMがクロックマスタとして稼動してから経過時間を測定し、経過時間がクロックマスタ切替間隔A10に設定され

48

- ている時間を超過したことを検出したとき、制御データD5を送信する。
- 【0300】(条件4) スレーブモードの移動局間通信による送受信状態が良好
ある2つの移動局SL間で通信を行おうとする場合に、移動局SLは、移動局CMを介して得られる該移動局SL-通信相手移動局SL間の送受信状態よりも、移動局CMを介さずに移動局SL-通信相手移動局SL間で直接通信したときに得られる送受信状態の方が良好であるように、移動局CMを介さずに直接通信が行えるように、移動局CMに制御データD5を送信する。
- 【0301】ここで、良好な送受信状態は、移動局CMの中継の有無による電界強度の違い、受信エラー率の速い、伝播遅延時間の速い、及び再送要求回数の速いによって評価される。
- 【0302】(条件4 a) スレーブモードの移動局間通信による電界強度が大
良好な送受信状態を、移動局CMの中継の有無による電界強度の違いにより評価する。
- 【0303】前記(条件2 a)の場合と同様にして、移動局CMは他局に対する自局の電界強度を測定し、この電界強度値が前回の値と変化した場合、電界強度通知の制御データD14を用いてスレーブモードの全移動局SL₁～SL_gに他局に対する移動局CMの電界強度を通知する。また、制御データD14を受信した移動局SLは、自局(移動局SL)の電界強度表B4に上記測定された電界強度値を格納する。
- 【0304】これと同時に、移動局SLは、制御部18内の受信レベル検出部21により、通常は移動局CMが使用するスロットR1を受信して、通信相手移動局SLの電界強度が前回の値と変化した場合は、自局(移動局SL)の電界強度表B4に上記測定された電界強度値を格納する。これにより、上記移動局SLと通信相手移動局SLとの間の電界強度が求められる。
- 【0305】移動局SLは上記電界強度表B4に基づいて、移動局CM-自局間の電界強度(s)と移動局CM-通信相手移動局SL間の電界強度(t)との平均値((s+t)/2)と、自局-通信相手移動局SL間の電界強度(u)とを比較し、自局-通信相手移動局SL間の電界強度が大きいこと、即ち(s+t)/2 < uの関係を満たすことを検出したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。
- 【0306】(条件4 b) スレーブモードの移動局間通信による受信エラー率が小
良好な送受信状態を、移動局CMの中継の有無による受信エラー率の違いにより評価する。
- 【0307】前記(条件2 b)の場合と同様にして、移動局CMは他局に対する自局の受信エラー率を測定し、この受信エラー率値が前回の値と変化した場合は、受信

49

- エラー率通知の制御データD15を用いてスレーブモードの全移動局SL₁～SL_gに他局に対する移動局CMの受信エラー率を通知する。また、制御データD15を受信した移動局SLは、自局(移動局SL)の受信エラー率表B5に上記測定された受信エラー率値を格納する。
- 【0308】これと同時に、移動局SLは、制御部18内のエラー検出部22により、通常は移動局CMが使用するスロットR1を受信して、通信相手移動局SLの送受信状態が前回の値と変化したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。
- 【0309】移動局SLは、受信エラー率表B5から、f1～f11-(移動局CM-自局間の受信エラー率)×(1-(移動局CM-通信相手移動局SL間の受信エラー率))の計算によって得られた値と、自局-通信相手移動局SL間の受信エラー率とを比較する。そして、自局-通信相手移動局SL間の受信エラー率が大いことを検出したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。
- 【0310】(条件4 c) スレーブモードの移動局間通信による伝播遅延時間が小
良好な送受信状態を、移動局CMの中継の有無による伝播遅延時間の違いにより評価する。
- 【0311】前記(条件2 c)の場合と同様にして、移動局CMは他局に対する自局の伝播遅延時間を測定し、この伝播遅延時間が前回の値と変化した場合は、伝播遅延時間通知の制御データD16を用いてスレーブモードの全移動局SL₁～SL_gに他局に対する移動局CMの伝播遅延時間を通知する。また、制御データD16を受信した移動局SLは、自局(移動局SL)の伝播遅延時間表B6に上記測定された伝播遅延時間値を格納する。
- 【0312】これと同時に、移動局SLは、制御部18内の伝播遅延時間測定部23により、通常は移動局CMが使用するスロットR1を受信して、通信相手移動局SLの送受信状態が前回の値と変化した場合は、自局(移動局SL)の伝播遅延時間表B6に上記測定された伝播遅延時間値を格納する。
- 【0313】移動局SLは、伝播遅延時間表B6から、移動局CM-自局間の伝播遅延時間と移動局CM-通信相手移動局SL間の伝播遅延時間との合計値と、自局-通信相手移動局SL間の伝播遅延時間とを比較する。そして、自局-通信相手移動局SL間の伝播遅延時間が大きいことを検出したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。

(26)

- 50 【0314】(条件4 d) スレーブモードの移動局間通信による再送要求回数が小
前記(条件4 c)の場合と同様の手順により、移動局SLは、移動局CM-自局間の再送要求回数と移動局CM-通信相手移動局SL間の再送要求回数との合計値と、自局-通信相手移動局SL間の再送要求回数とを比較する。そして、自局-通信相手移動局SL間の再送要求回数が多いことを検出したとき、移動局CMに制御データD5を送信する。
- 【0315】以上のように、本実施形態の時刻割りディジタル移動無線通信システムのクロックマスタの切替え方としては、スレーブモードの移動局が現クロックマスタに対して切替要求を行い、要求を行ったスレーブモードの移動局が次のクロックマスタとなるものとしている。
- 【0316】前記現クロックマスタに対する切替要求は、(1) スレーブモードの全移動局の中で現クロックマスタよりも優れた能力を有する移動局が検出された時点、あるいは(2) スレーブモードの全移動局の中で他の移動局との送受信状態が現クロックマスタよりも優れた移動局が検出された時点で行われるか、もしくは(3) スレーブモードの全移動局に通し番号(移動局番号)が付与されることによってその番号に従って順番に行われるか、(4) ある2つのスレーブモードの移動局同士で通信を行おうとする場合に、現クロックマスタを介して得られる上記2つの移動局間の送受信状態よりも、2つの移動局間で直接通信したときに得られる送受信状態の方が良好であるときに、上記2つの移動局のいずれか一方によって行われる。
- 【0317】上記(1)の場合には、現クロックマスタよりもクロックマスタとしての能力が優れた移動局が新クロックマスタとなるので、常に良好な通信を行うことが可能となる。(2)の場合には、ネットワーク内で他局に対して同等の能力を有する移動局が新クロックマスタとなるので、該新クロックマスタはどの移動局に対しても良好な通信を行うことができる。(3)の場合には、クロックマスタとなる順序が決まっているので、移動局の電池の消費量を平均化することができる。また、(1)(2)の場合と比較してスレーブモードの移動局が切替要求を行う処理時間を短縮することができる。(4)の場合には、現クロックマスタを介さずに、スレーブモードの移動局間で直接通信を行うことができ、中継によるエラーが生じることがなく、良好な通信を行うことができる。また、通信を行う必要のない現クロックマスタの電池の消耗を防止することができる。
- 【0318】
- 【発明の効果】以上のように、本発明の請求項1に記載の時刻割りディジタル移動無線通信システムは、各移動局が、時刻割通信に必要な同期確立を行うために自走クロ

(27)

53

ックでフレームタイミングを規定して動作するマスタモードと、マスタモードの移動局から送信される同期信号パターンにフレーム同期して動作するスレーブモードとの2つの動作モードを有し、上記複数の移動局の中の1つをマスタモードで動作させるクロックマスタとし、残りの移動局をスレーブモードで動作させることにより、上記複数の移動局間で無線通信を行う場合に、通信中に上記クロックマスタをスレーブモードの移動局に切り替えると同時に、上記クロックマスタ以外のスレーブモードの全移動局の内1つをマスタモードに切り替えて次のクロックマスタとする構成である。

【0319】上記クロックマスタの切り替え方としては、3つの考え方があり、即ち、第1の考え方は、現クロックマスタが自身がスレーブモードに切り替わる前にスレーブモードの全移動局に対して切替要求を行い、要求を受けたスレーブモードの全移動局の中で現クロックマスタに対して最初に応答したスレーブモードの移動局が次のクロックマスタとなるというものである。

【0320】第2の考え方は、クロックマスタが自身がスレーブモードに切り替わる前に次のクロックマスタとなるべきスレーブモードの移動局を指名し、指名を受けたスレーブモードの移動局が次のクロックマスタとなるものである。

【0321】第3の考え方は、スレーブモードの移動局が現クロックマスタに対して切替要求を行い、要求を行ったスレーブモードの移動局が次のクロックマスタとなるものである。

【0322】これにより、通信中にクロックマスタの切り替えを実現することができ、マスタモードとなった移動局のみに負荷が集中することがなく、全移動局にかかる負荷を分散させることが可能となるという効果を奏する。

【0323】また、クロックマスタからの切替要求送信条件、クロックマスタからの切替要求に対するスレーブモードの移動局の応答条件、次のクロックマスタの指名条件、あるいはクロックマスタに対する切替要求送信条件を、種々に設定することにより、リアルタイムに変化する通信状態、及び移動局の状態に応じて、最も良好な通信環境を提供することが可能となるという効果を奏する。

【0324】請求項2に記載の時分割ディジタル移動無線通信システムは、請求項1に記載の構成に加えて、最初にマスタモードで動作されるクロックマスタは、全移動局の中で、電源投入によって最初に稼動状態となった移動局である構成である。

【0325】これにより、次に稼動状態とした移動局に対しては、すでにクロックマスタが存在することになるので、円滑に通信を行うことができ、効率よく通信を行うことが可能となるという効果を奏する。

【0326】請求項3に記載の時分割ディジタル移動無線

52

線通信システムは、請求項1に記載の構成に加えて、最初にマスタモードで動作されるクロックマスタは、全移動局の中で、最初にデータ送信の必要が生じた移動局である構成である。

【0327】これにより、電源投入にて稼動状態としてもデータ送信を行わない移動局がクロックマスタとなることなく、稼動状態にクロックマスタとなることによる過大な負荷を与えることがないという効果を奏する。

(図面の簡単な説明)

【図1】本発明にかかる実施形態1における時分割ディジタル移動無線通信システムを構成する移動局の構成を示すブロック図である。

【図2】上記移動局間の通信状態を示す説明図である。

【図3】上記移動局におけるROM内に格納された制御用の値を示すブロック図である。

【図4】上記ROM内に格納された他の制御用の値を示すブロック図である。

【図5】(a)～(g)は、上記移動局におけるRAM内に格納された表を示す説明図である。

【図6】上記RAM内に格納されたPS-IDと移動局番号の対応表を示す説明図である。

【図7】(a)～(g)は、通信データあるいは制御データの構成を示す説明図である。

【図8】(a)～(k)は、さらに他の制御データの構成を示す説明図である。

【図9】上記移動局間通信におけるタイムスロットを示す説明図である。

【図10】電源投入によるクロックマスタの決定動作を示すフローチャートである。

【図11】送信データ保持によるクロックマスタの決定動作を示すフローチャートである。

【図12】移動局番号の設定動作を示すフローチャートである。

【図13】クロックマスタのデータの送受信動作を示すフローチャートである。

【図14】スレーブモードの移動局のデータの送受信動作を示すフローチャートである。

【図15】上記移動局間通信のデータの送受信動作を示す説明図である。

【図16】クロックマスタからの切替要求に対するスレーブモードの移動局が応答を行う場合のタイムスロットを示す説明図である。

【図17】クロックマスタからの切替要求により、クロックマスタの切り替え動作が行われる場合のフローチャートである。

【図18】(a)はクロックマスタの切り替え動作前のPS-IDと移動局番号との対応表を示し、(b)はクロックマスタの切り替え動作により移動局番号が変更された対応表を示す説明図である。

【図19】検査用データ発射要求の制御データ、及び検

(28)

57

査用データ発射要求の制御データの送受信を行う場合のタイムスロットを示す説明図である。

【図20】(a)はクロックマスタのRAM内に格納された表を、(b)～(d)はスレーブモードの各移動局のRAM内に格納された表をそれぞれ示す説明図である。

【図21】本発明にかかる実施形態2における時分割ディジタル移動無線通信システムにおいて、クロックマスタが次のクロックマスタを指名することにより、クロックマスタの切り替え動作が行われる場合のフローチャートである。

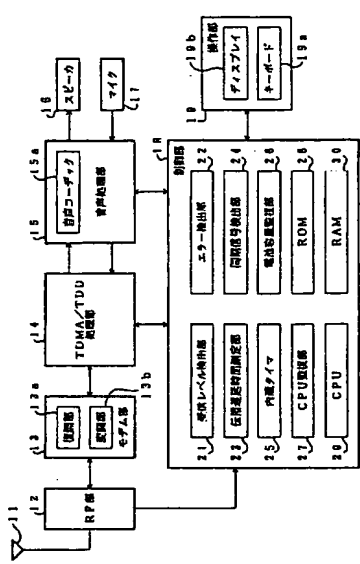
【図22】本発明にかかる実施形態3における時分割ディジタル移動無線通信システムにおいて、スレーブモードの移動局からの切替要求により、クロックマスタの切り替え動作が行われる場合のフローチャートである。

【図23】スレーブモードの移動局からの切替要求に対してクロックマスタが応答を行う場合のタイムスロットを示す説明図である。

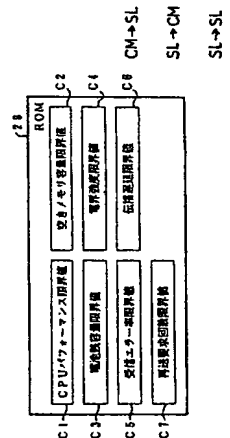
【図24】クロックマスタによるクロックマスタ切替要求送信の条件を示す説明図である。

58

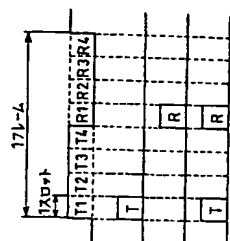
【図1】



【図4】



【図9】



【図6】

PS-ID	移動局番号
クロックマスタ (CM)	1
スレーブモード (SL1)	2
スレーブモード (SL2)	3
スレーブモード (SL3)	4
...	...
スレーブモード (SL25)	25

54

【図25】クロックマスタからの切替要求に対するスレーブモードの移動局のクロックマスタ切替要求送信の条件を示す説明図である。

【図26】クロックマスタの指名条件を示す説明図である。

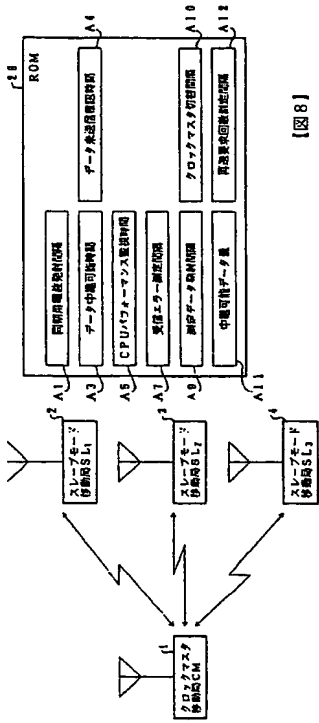
【図27】スレーブモードの移動局によるクロックマスタ切替要求送信の条件を示す説明図である。

【符号の説明】

- 18 制御部
- 21 受信レベル検出部
- 22 エラー検出部
- 23 伝播遅延時間測定部
- 24 同期信号検出部
- 25 内蔵タイマ
- 26 電池容量監視部
- 27 CPU監視部
- 28 ROM
- 29 CPU
- 30 RAM

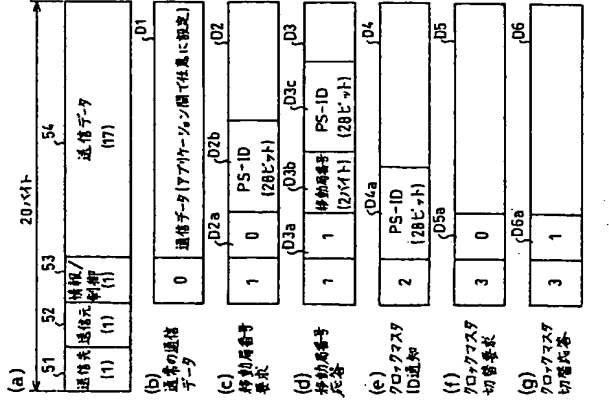
(28)

【図2】

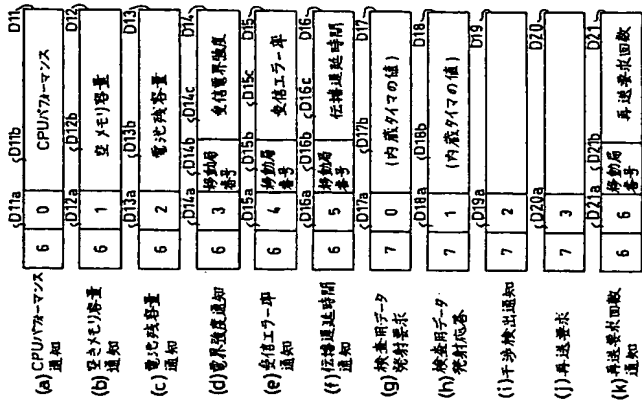


(30)

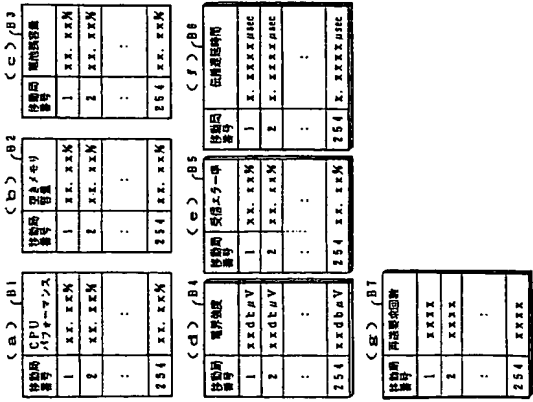
【図7】



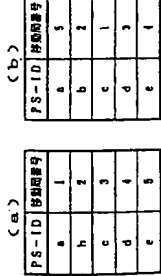
【図8】



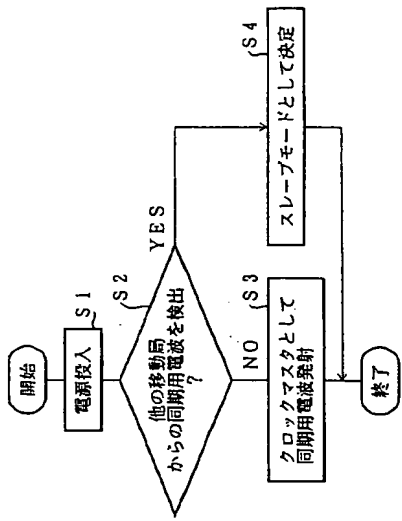
【図5】



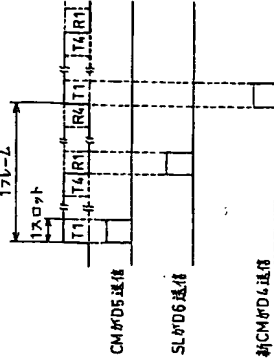
【図18】



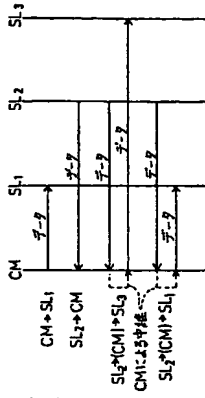
【図10】



【図16】

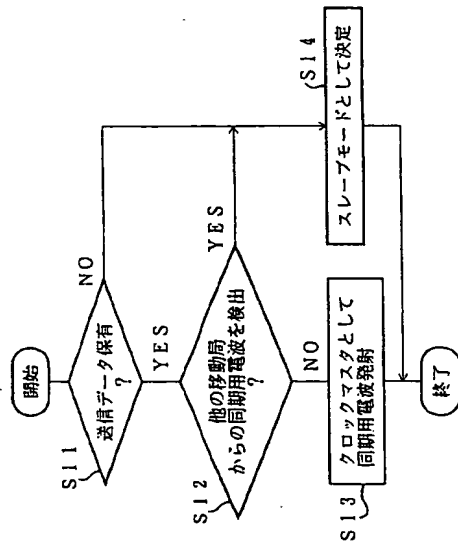


【図15】



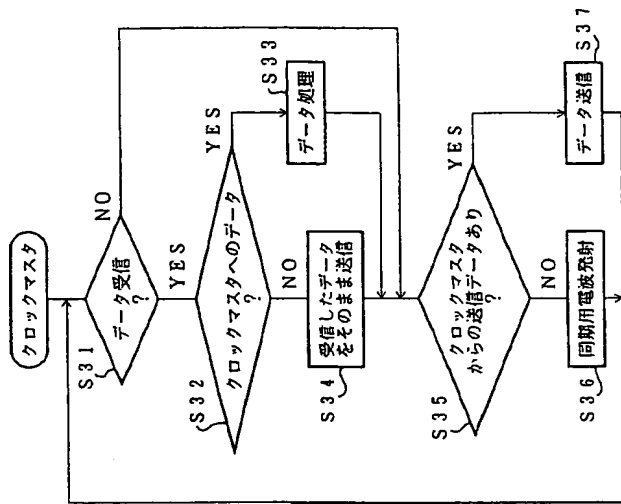
(31)

【図11】

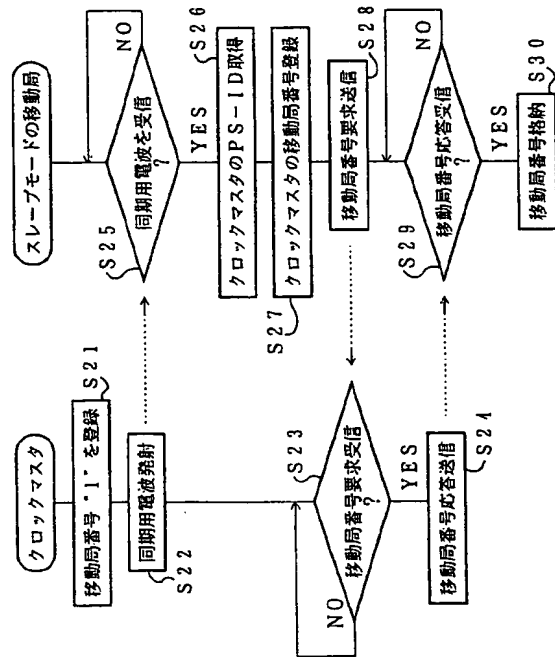


(32)

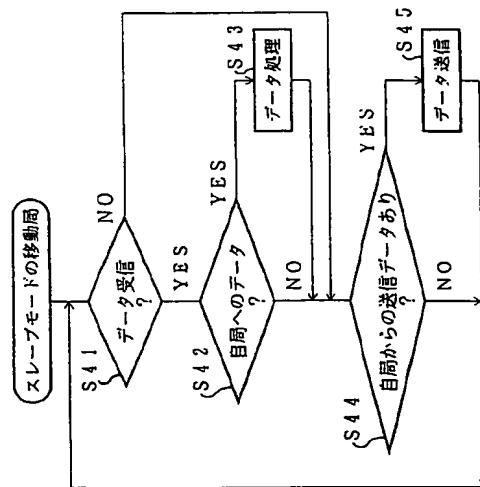
【図13】



【図12】

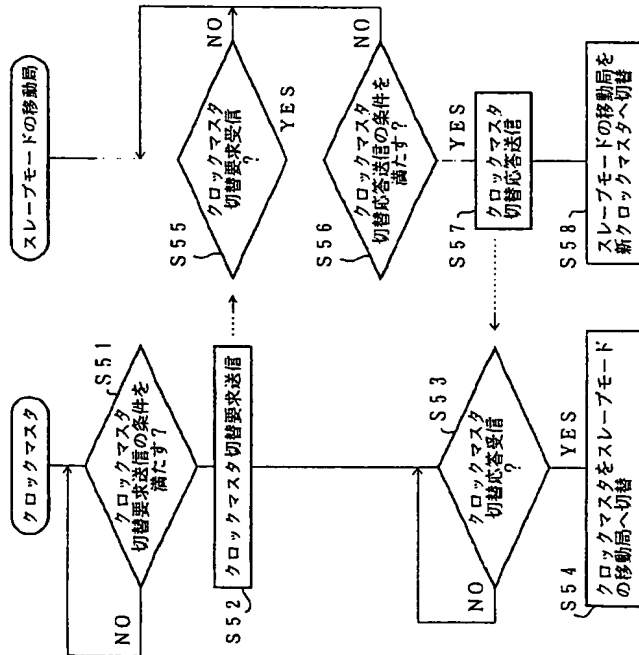


【図14】



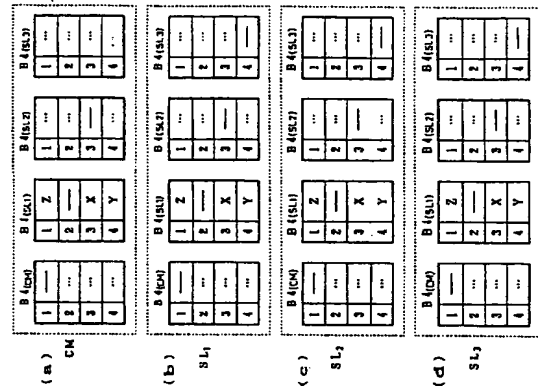
(33)

【図17】

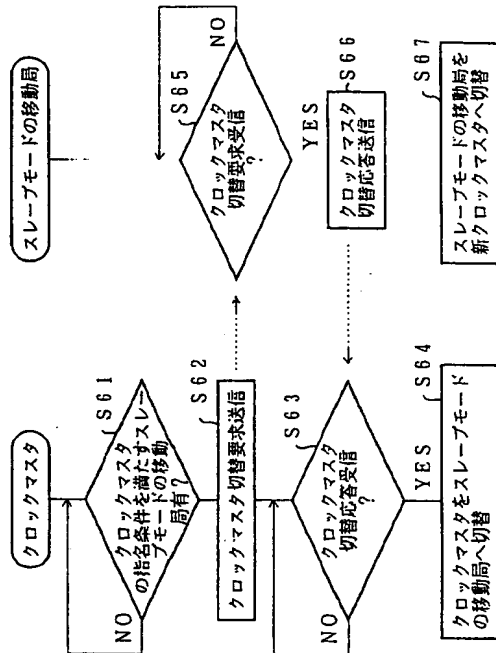


(34)

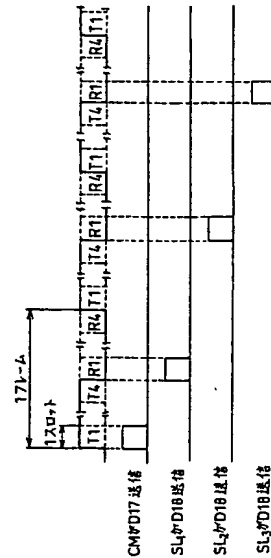
【図20】



【図21】



【図19】

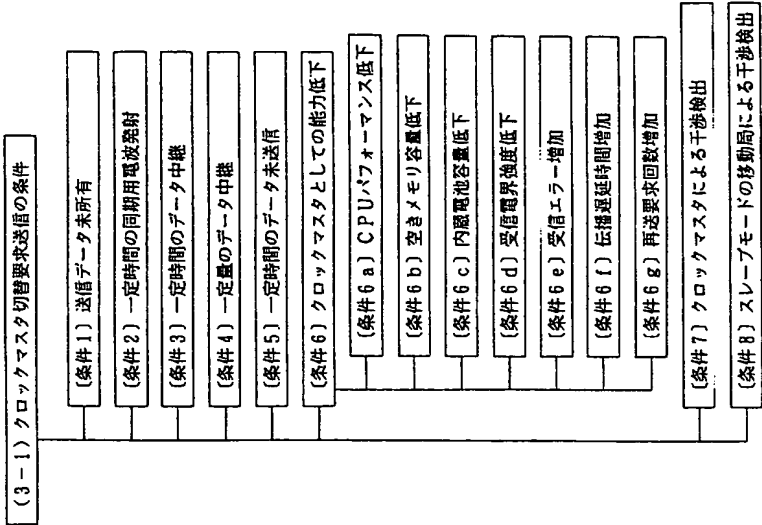
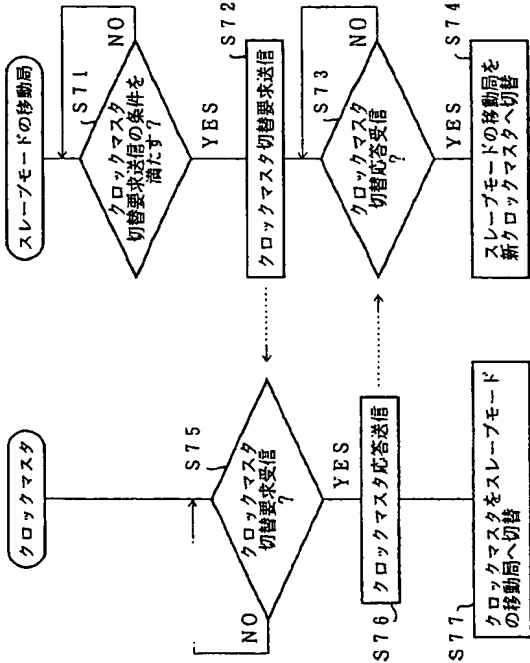


(35)

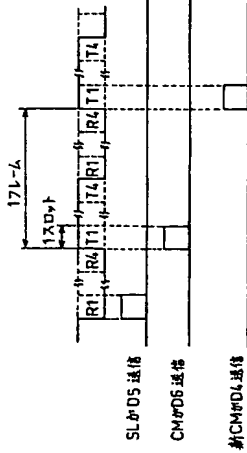
(39)

【図22】

【図24】

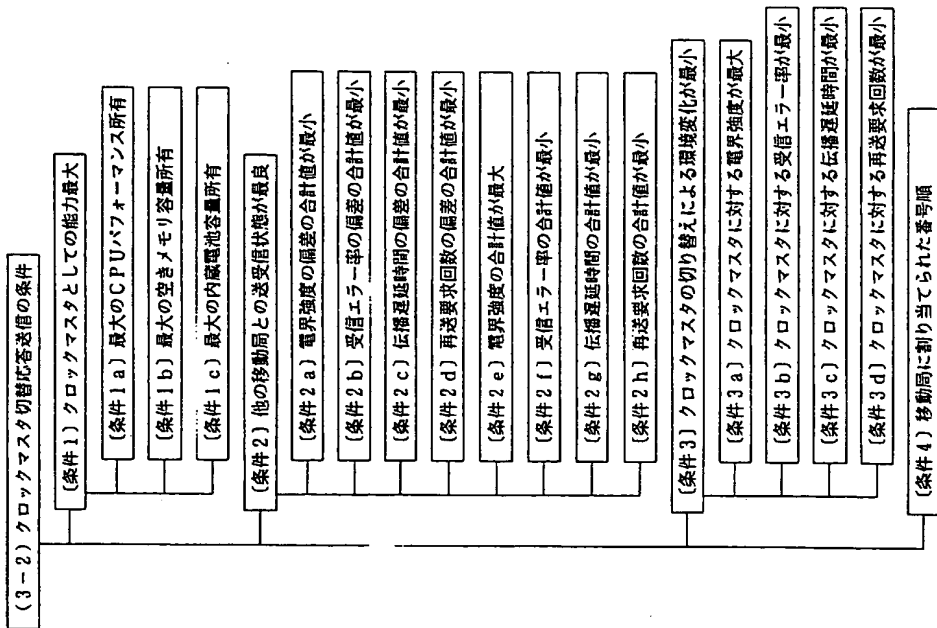


【図23】



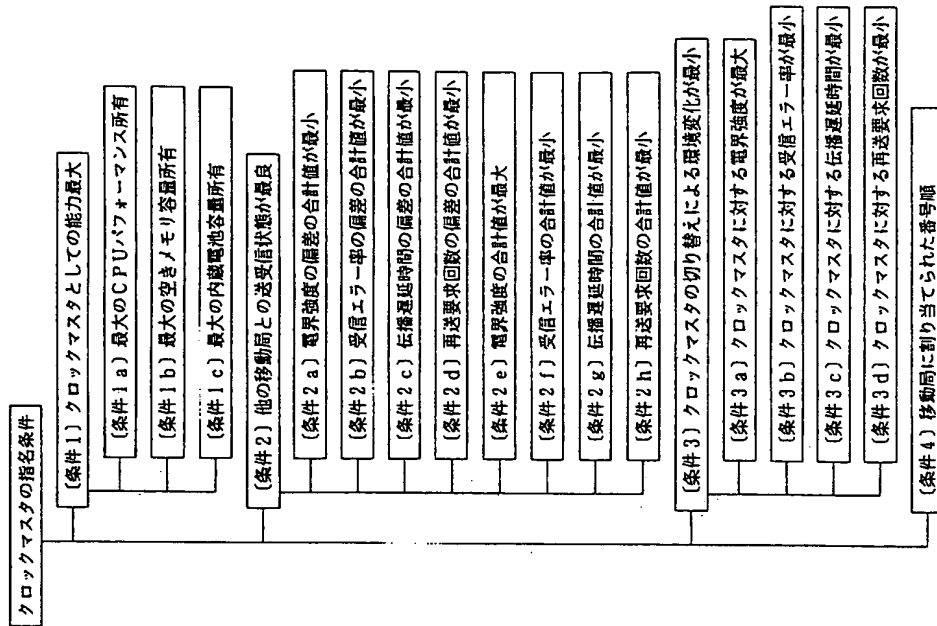
(37)

【図25】



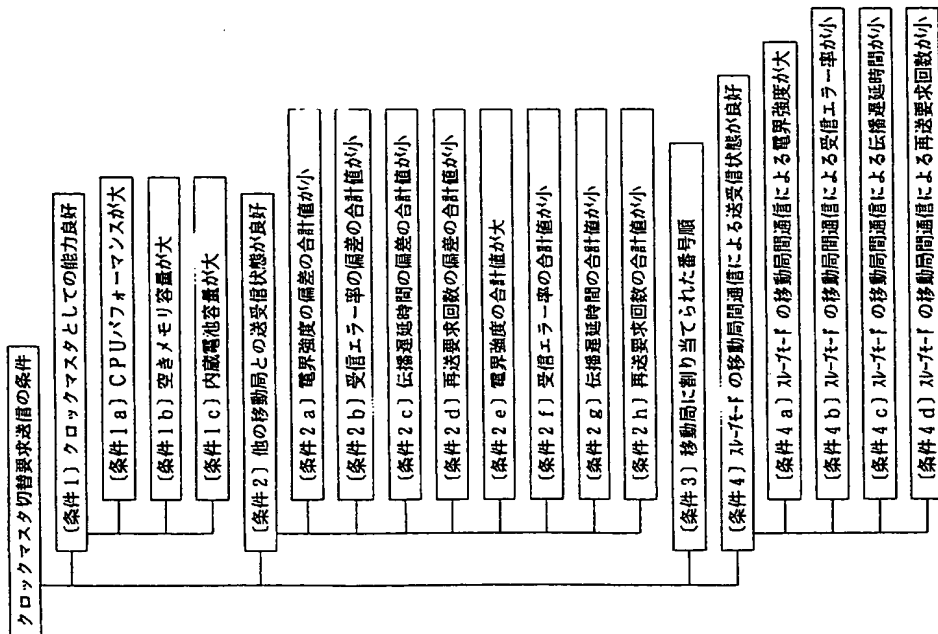
(38)

【図26】



(39)

【図27】



フロントページの続き

(72)発明者 横 和弘
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号 シ
ヤープ株式会社内